

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

**Caroço de algodão moído na alimentação de cordeiros(as) em
confinamento**

Rodrigo Araújo de Souza

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

**Piracicaba
2014**

Rodrigo Araújo de Souza
Zootecnista

Caroço de algodão moído na alimentação de cordeiros(as) em confinamento

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

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

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

Piracicaba
2014

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

Souza, Rodrigo Araújo de
Caroço de algodão moído na alimentação de cordeiros(as) em confinamento / Rodrigo
Araújo de Souza. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - -
Piracicaba, 2013.
102 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.
Bibliografia.

1. Co-produto 2. AGCC 3. pH ruminal 4. Aceitação sensorial 5. Ovinos I. Título

CDD 636.3084
S729c

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

Dedico a minha mãe, Marília Leite de Araújo e aos meus avós, Maurillo Barros de Araújo e Maria Madalena Leite Araújo, os quais sempre me aconselharam e me guiaram ao longo da minha vida.

Dedico a minha irmã, Luciana Araújo de Souza, quem sempre me apoiou e me deu forças para que eu siga o meu caminho.

Certamente sem o incentivo e apoio dessas pessoas não teria sido possível a conclusão desta importante fase da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, pois sem ele nada é possível;

À Universidade São Paulo e a Escola de Ensino Superior “Luiz de Queiroz” (ESALQ), pelas condições de ensino e pesquisa a mim oferecida;

Ao programa de pós-graduação Ciência Animal e Pastagens, por terem me acolhido para a realização desta importante fase da minha vida;

À Profa. Dra. Ivanete Susin, pela orientação, amizade e valiosa contribuição para a minha formação profissional e pessoal;

Ao Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires, pelos valiosos conselhos e colaboração ao longo do meu mestrado;

À Flávia Alves Melo, pelo apoio e companheirismo durante o mestrado;

Aos amigos do SIPOC: Renato, Daniel, Ana Paula, Fernanda, Rabicó, Bãtom, Djoy, Pok-sombra, Kéda-Livre, Neskuí-q, Colã, Skvusk, Roberto, Marcos, Joseval e Adilson por me ajudarem a superar os meus desafios, pela colaboração com o meu projeto de pesquisa e pela grande amizade;

Aos amigos: José Alipio, Elizangêla, Evandro, Vinicius, Marcão, Marquinhos, Delci, Gustavo, Dênia e Mulan, pelo apoio e amizade;

Aos técnicos Carlos César e Alan, pelo apoio nas análises laboratoriais;

Ao Departamento de Zootecnia da ESALQ, pelo auxílio nestes anos de mestrado;

À FAPESP, pelo apoio financeiro através da bolsa de estudos e reserva técnica, e ao CNPq pelo auxílio à pesquisa;

Enfim, a todos que de maneira, direta ou indireta, contribuíram para a conclusão desta importante fase da minha vida.

Epigrafe

"Mude seus pensamentos e estará mudando seu mundo".

Norman Vicent Pearle

SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	15
LISTA DE FIGURAS.....	17
LISTA DE TABELAS.....	19
1 INTRODUÇÃO.....	21
Referências.....	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
2.1 Obtenção e caracterização do caroço de algodão.....	25
2.2 Consumo e digestibilidade.....	26
2.3 Desempenho e comportamento ingestivo.....	28
2.4 Características de carcaça e da carne.....	30
2.5 Painel sensoral.....	31
Referências.....	32
3 DESEMPENHO, COMPORTAMENTO INGESTIVO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CAROÇO DE ALGODÃO MOÍDO.....	37
Resumo.....	37
Abstract.....	37
3.1 Introdução.....	38
3.2 Material e Métodos.....	39
3.2.1 Local, animais e instalações experimentais.....	39
3.2.2 Delineamento experimental, dietas, manejo alimentar e pesagens.....	39
3.2.3 Avaliação do comportamento ingestivo.....	42
3.2.4 Abate, avaliação das carcaças e amostragem.....	42
3.2.5 Análises de custo com a alimentação.....	43
3.2.6 Análises laboratoriais.....	43
3.2.7 Análise estatística.....	44
3.3 Resultados e discussão.....	45
3.3.1 Desempenho.....	45
3.3.2 Comportamento Ingestivo.....	49
3.3.3 Características de carcaça.....	54
3.3.4 Perfil de ácidos graxos e características físicas da carne.....	55

3.3.5 Custos com a alimentação.....	61
3.4 Conclusões.....	64
Referências	64
4 DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES, METABOLISMO DO NITROGÊNIO E PARÂMETROS RUMINAIS DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CAROÇO DE ALGODÃO MOÍDO.....	67
Resumo.....	67
Abstract.....	67
4.1 Introdução.....	68
4.2 Material e métodos.....	69
4.2.1 Local, animais e instalações experimentais.....	69
4.2.2 Delineamento experimental, dietas, manejo alimentar.....	69
4.2.3 Parâmetros ruminais.....	71
4.2.4 Cálculos de digestibilidade aparente dos nutrientes e balanço de nitrogênio.....	71
4.2.5 Análises laboratoriais.....	72
4.2.6 Análises estatísticas.....	73
4.3 Resultados e discussão.....	74
4.3.1 Digestibilidade aparente dos nutrientes no trato total.....	74
4.3.2 Parâmetros ruminais.....	77
4.3.3 Balanço de nitrogênio.....	80
4.4 Conclusões.....	83
Referências.....	83
5 DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E PAINEL SENSORIAL DA CARNE DE CORDEIRAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO CAROÇO DE ALGODÃO INTEIRO OU MOÍDO.....	85
Resumo.....	85
Abstract.....	85
5.1 Introdução.....	86
5.2 Material e Métodos.....	87
5.2.1 Local, Animais e instalações experimentais.....	87
5.2.2 Delineamento experimental, dietas, manejo alimentar e pesagens.....	87
5.2.3 Abate, avaliação de carcaça e amostragem da carne.....	89

5.2.4 Painel Sensorial.....	90
5.2.5 Análises laboratoriais.....	91
5.2.6 Análises estatísticas.....	92
5.3 Resultados e discussão.....	93
5.3.1 Desempenho.....	93
5.3.2 Características de carcaça.....	94
5.3.3 Características físico-químicas da carne.....	95
5.3.4 Painel Sensorial.....	97
5.4 Conclusões.....	99
Referências.....	99

RESUMO

Caroço de algodão moído na alimentação de cordeiros(as) em confinamento

O efeito do caroço de algodão moído (CAM) na alimentação de cordeiros(as) foi avaliado em três experimentos. As dietas foram isonitrogenadas (16% PB) e composta por 90% de concentrado e 10% de feno de “coastcross”. **Experimento 1:** Quarenta e cinco cordeiros Dorper x Santa Inês (PC inicial de 21,3±3,7 kg e 79±6 dias) foram distribuídos em delineamento de blocos completos casualizados. Os tratamentos foram definidos de acordo com os teores de CAM na dieta: 0, 7, 14, 21 ou 28% na MS. Na 3^a e 6^a semanas do confinamento foi avaliado o comportamento ingestivo dos cordeiros. Amostras do músculo L. dorsi foram usadas para a avaliação da carne e determinação do perfil de ácidos graxos. Houve redução linear no peso final dos animais e no CMS. Na avaliação do comportamento ingestivo houve redução linear na ruminação em Min/g de FDN. Com a redução no peso final, as características da carcaça também reduziram linearmente. Houve alteração no perfil de ácidos graxos com redução linear para palmitoleico, oleico e monoinsaturados, enquanto o ácido linoleico aumentou. Foi observado efeito quadrático para esteárico, vacênico, linolênico e insaturados. A inclusão do CAM afetou negativamente o desempenho e as características da carcaça e demonstrou baixa capacidade em estimular a ruminação. **Experimento 2:** Cinco machos inteiros, Dorper x Santa Inês, canulados no rúmen, foram distribuídos em delineamento experimental quadrado latino 5x5 para avaliar os efeitos da inclusão de CAM na digestibilidade das dietas, metabolismo de nitrogênio e parâmetros ruminais. As dietas experimentais foram as mesmas do Exp. 1. No último dia de colheita de amostras, o conteúdo ruminal foi amostrado. A digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e carboidratos não fibrosos apresentaram redução linear. Entretanto, a digestibilidade do EE apresentou efeito quadrático e a FDN não foi afetada. Houve efeito quadrático para AGCC totais e propionato, redução linear no acetato e aumento linear do pH ruminal. O nitrogênio amoniacal não foi afetado. **Experimento 3:** Vinte e uma cordeiras White Dorper x Santa Inês (PC inicial de 23,6±1,2 kg e 87,7±4,5 dias) foram utilizadas em delineamento de blocos completos casualizados. As dietas experimentais foram: CA0 - controle, sem caroço de algodão; CAI21 - com 21% de caroço de algodão inteiro; e CAM21 - com 21% de caroço de algodão moído. Amostras do músculo L. dorsi foram coletadas para as análises físico-químicas e avaliação sensorial. O painel sensorial foi composto por 80 provadores não treinados. A cor da carne apresentou diferença quando comparado o tratamento controle com o grupo que recebeu caroço de algodão (CA21=CAI21+CAM21) (L:29,6vs36,7; a*:9,0vs7,5; b*:11,0vs8,7). Na avaliação sensorial o tratamento controle apresentou melhores notas para textura (6.5vs5.9), suculência (6.8vs6.1), aceitação global (6.2vs5.6), e sabor (6.0vs5.5) quando comparado com o CA21. Não foi observado efeito da moagem do CA em nenhuma das características avaliadas. A adição de caroço de algodão inteiro ou moído na alimentação de cordeiras em confinamento influenciou negativamente a qualidade sensorial da carne mostrando que seu uso deve ser restrito.

Palavras-chave: Co-produto; AGCC; pH ruminal; Aceitação sensorial; Ovinos

ABSTRACT

Ground cottonseed fed to feedlot lambs

The effects of feeding ground linted cottonseed (GCS) to feedlot lambs were determined in three trials. The diets were isonitrogenous (16% CP) and composed of 90% concentrate and 10% hay "coastcross". **Experiment 1:** Forty-five ram lambs, Dorper x Santa Inês (initial BW of 21.3 ± 3.7 kg and 79 ± 6 days) were distributed in a randomized complete block design. Experimental treatments were defined according to the level of GCS in the diet: 0, 7, 14, 21 or 28% in the DM. In the 3rd and 6th weeks of the feedlot was evaluated the ingestive behavior of the lambs. *L. dorsi* muscle samples were used for the evaluation of meat and determination of fatty acid profile. There was a linear decrease in final weight of the animals and in DMI. There was a linear decrease in rumination Min/g of NDF. With the reduction in final weight, carcass characteristics also decreased linearly. There was a change in fatty acid profile with a linear reduction of palmitoleic acid, oleic and monounsaturated fatty acids, while linoleic acid increased. There was a quadratic effect for stearic, vaccenic, linolenic acid and total unsaturated. The inclusion of GCS negatively affected the performance and carcass characteristics and demonstrated low capacity to stimulate rumination. **Experiment 2:** Five ram lambs, Dorper x Santa Inês (45.2 ± 0.8 kg at the beginning of the trial), cannulated in the rumen, were distributed in a 5x5 Latin square design to determine the effects of adding GCS in the diet digestibility, nitrogen metabolism and rumen constituents. Each experimental period lasted 22 days, 17 days for adaptation and 5 days for sampling. The treatments were the same of Exp. 1. The digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and non-fiber carbohydrates decrease linearly. However, the digestibility of EE had a quadratic effect and NDF was not affected. There was a quadratic effect for total SCFA and propionate, and a linear decrease for acetate. Ruminal pH increased linearly. Ammonia nitrogen was not affected. **Experiment 3:** The objective of this experiment was to determine the effects of feeding high-concentrate diets with whole or ground cottonseed on growth, carcass characteristics, sensory evaluation and meat quality of ewe lambs. Twenty-one White Dorper x Santa Inês ewe lambs (initial BW = 23.6 ± 1.2 kg and 87.7 ± 4.5 days) were used in a randomized complete block design according to initial BW and age. The experimental diets were: 1) CS0: control, without cottonseed; 2) WCS21: with 21% of whole cottonseed; and 3) GCS21: with 21% of ground cottonseed. Samples of *longissimus* muscle were used for meat quality analysis and sensory evaluation. Sensory test was performed by 80 untrained panelists. Color was different when the control diet was compared with the cottonseed (CS21=WCS21+GCS21) groups (L:29.6vs36.7; a*:9.0vs7.5; b*:11.0vs8.7). The control group had greater tenderness (6.5vs5.9), succulence (6.8vs6.1), acceptability (6.2vs5.6), and flavor (6.0vs5.5) values compared with CS21. In conclusion, whole or ground cottonseed fed to feedlot ewe lambs had a detrimental effect on sensory evaluation showing that its use should be restricted.

Keywords: Co-product; SCFA; Ruminal pH; Consumer acceptance; Sheep

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista dos animais e instalações experimentais.....	40
Figura 2 - Animais em atividade de ruminação e ingestão ao longo do dia no período 1.....	53
Figura 3 - Animais em atividade de ruminação e ingestão ao longo do dia no período 2.....	53
Figura 4 – Vista dos animais e instalações experimentais.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais, % na MS.....	41
Tabela 2 – Idade, peso corporal e desempenho dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais.....	48
Tabela 3 – Comportamento ingestivo dos cordeiros alimentados com teores crescentes de caroço de algodão moído.....	52
Tabela 4 – Características de carcaças dos cordeiros alimentados com teores crescentes de caroço de algodão moído.....	55
Tabela 5 – Cor, perdas por cocção e maciez da carne dos cordeiros alimentados com teores crescentes de caroço de algodão moído.....	56
Tabela 6 – Composição de ácidos graxos da gordura da carne dos cordeiros alimentados com teores crescentes de caroço de algodão moído.....	59
Tabela 7 – Custo dos ingredientes das dietas experimentais.....	61
Tabela 8 – Custo dos ingredientes e das rações experimentais.....	62
Tabela 9 – Custo com alimentação dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais.....	63
Tabela 10 – Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais, % na MS.....	70
Tabela 11 – Ingestão e digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestivo total dos borregos alimentados com as dietas experimentais.....	75

Tabela 12 – Concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), amônia e pH ruminal dos borregos alimentados com teores crescentes de caroço de algodão moído	79
Tabela 13 – Consumo e balanço de nitrogênio dos borregos alimentados com as dietas experimentais.....	82
Tabela 14 – Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais (% na MS).....	89
Tabela 15 – Parâmetros de desempenho avaliados nas cordeiras alimentadas com caroço de algodão.....	94
Tabela 16 – Características de carcaça das cordeiras alimentadas com caroço de algodão.....	95
Tabela 17 – Parâmetros físico-químicos avaliados na carne das cordeiras alimentadas com caroço de algodão.....	97
Tabela 18 – Parâmetros avaliados no painel sensorial realizado com a carne das cordeiras alimentadas com caroço de algodão.....	98

1 INTRODUÇÃO

A ovinocultura brasileira era caracterizada por sistemas de produção extensivos nos quais os animais permaneciam em áreas de pastagens com baixos índices de produtividade, sendo o rebanho comercial brasileiro praticamente restrito às regiões sul, voltada para a produção de lã, e nordeste, caracterizada pela criação de subsistência voltada para carne e couro. Nas últimas décadas a atividade tem evoluído rapidamente e expandindo os rebanhos para as demais regiões brasileiras, sendo este crescimento impulsionado pela crescente demanda de carne ovina pelo mercado nacional. De acordo com o último senso do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2012), o Brasil possuía 17,66 milhões de ovinos, com crescimento de 19,5% em relação a 2010.

Entretanto, para atingir as exigências deste crescente mercado é necessário produzir carne ovina com regularidade, quantidade e qualidade. Dentro deste contexto o uso de confinamento na fase de terminação de cordeiros é uma importante estratégia, pois favorece a oferta da carne ovina de qualidade durante o ano inteiro. Outras vantagens que o confinamento na fase de terminação proporciona são: os animais atingem o peso para o abate em curto espaço de tempo, bom acabamento de carcaça, abate de animais jovens, explora ao máximo a capacidade de ganho de peso do animal, melhor aproveitamento da dieta e agiliza o retorno do capital investido.

Outro aspecto importante do confinamento é que, em dietas com alta proporção de concentrado, ocorre redução na ingestão de volumosos pelos animais. Este aspecto é importante uma vez que se tem observado grande participação de pequenas propriedades na produção de cordeiros, nas quais a produção de volumosos é limitada, seja pela restrição de área para plantio ou pelo alto custo e complexidade dos processamentos de estocagem de volumosos, como a ensilagem e a fenação.

Apesar das vantagens de confinar cordeiros, ao se adotar este sistema é necessário enfrentar duas grandes barreiras, os elevados preços dos grãos e formular dietas que permitam elevados ganhos de pesos com resultado econômico positivo. Dentro deste cenário o uso do caroço de algodão (CA) é uma alternativa, pois ele é um dos poucos ingredientes que reuni proteína, energia e fibra, aliado a baixo custo de aquisição. O uso do CA na dieta possibilita reduzir os teores de milho

e farelo de soja, ingredientes de elevado custo, mantendo os níveis nutricionais da mesma. Outro aspecto importante é que dietas com elevadas proporções de concentrado podem ocasionar distúrbios metabólicos, como a acidose, devido ao baixo teor de fibra na dieta, sendo que, nestes casos a utilização do CA pode tornar a dieta mais segura devido ao seu teor de FDN.

De acordo com Kutches, Chalupa e Trei (1987), o caroço de algodão pode ser considerado a única fonte de matéria prima que contém moderados teores de proteína, fibra com elevada digestibilidade e altos teores de energia metabolizável, sendo, portanto, ideal para compor a ração de várias espécies animais. Segundo a National Cottonseed Products Association – (NCPA) o caroço de algodão é amplamente utilizado nas dietas de ruminantes, principalmente em dietas de vacas leiteiras devido à sua elevada exigência nutricional, em diversos países.

Na utilização do CA em dietas de ovinos um dos problemas que podem ser encontrados é a seleção dos ingredientes da dieta. Devido à habilidade de seleção do alimento pelos ovinos, esses animais conseguem facilmente selecionar o CA, sendo que, com isso os animais podem não ingerir a dieta conforme foi balanceada e isto refletir no desempenho dos animais. Para evitar esta seleção é importante o estudo do processamento do CA na tentativa de conseguir uma mistura mais homogênea da dieta.

Entretanto, alguns fatores limitam a utilização do CA na alimentação dos animais. Para ruminantes destinados ao abate o principal fator limitante é o teor de óleo que, dependendo do teor na dieta, prejudica a digestibilidade da fibra e causa alterações na produção dos ácidos graxos voláteis. Outro aspecto que pode limitar o seu uso é que animais alimentados com CA podem apresentar alteração no sabor da carne. Para monogástricos e ruminantes voltados para a reprodução, o CA apresenta outro fator limitante, o gossipol, composto antinutricional presente nos produtos oriundos da cultura do algodão que afeta negativamente o sistema reprodutivo.

Assim sendo, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da substituição parcial do farelo de soja e do milho pelo CA no desempenho, no comportamento ingestivo, nos parâmetros ruminais, nas características da carcaça, na qualidade da carne, na avaliação sensorial da carne e na digestibilidade da dieta de cordeiros.

Referências

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2013.

KUTCHES, A.J.; CHALUPA, W.; TREI, J. Delinted cottonseed improves lactation responses. **Feedstufs**, Bloomington, v. 59, p. 16-20. 1987.

NATIONAL COTTONSEED PRODUCTS ASSOCIATION. Disponível em: <<http://www.cottonseed.com>>. Acesso em: 20 de outubro de 2013.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Obtenção e caracterização do caroço de algodão

No Brasil, a espécie algodoeira predominante é a *Gossipium hirsutum L.r. latifolium Hutchl.* Essa espécie é plantada em 33,31 milhões de hectares em todo o mundo, sendo responsável por 90% da produção mundial (GAZETA, 2011). A safra brasileira de 2012 ocupou uma área de 1,4 milhões de hectares e gerou produção de 4,9 milhões de toneladas de algodão em caroço (IBGE, 2012), sendo as principais regiões produtoras o Centro-Oeste e Nordeste. Na indústria têxtil a pluma é retirada e têm-se o CA como o principal coproduto. Na safra 2010/11 foram geradas 3,2 milhões de toneladas de CA (GAZETA, 2011).

Deste CA cerca de 90% é utilizado para extração do óleo, gerando a torta de algodão e o farelo, e os 10% restantes são utilizados na sua forma original (GAZETA, 2011). De acordo com Gonçalves e Borges (1997) a cultura do algodão gera uma série de coprodutos sendo todos largamente utilizados na alimentação de ruminantes.

O CA que pode ser dividido em três partes: a fibra, composta pelo línter e sobras da pluma; a casca e a amêndoa (ROGERIO; TEIXEIRA; RODRIGUEZ, 2004). O CA apresenta grande variação na sua composição química principalmente devido à espécie algodoeira, clima e mecanismo de retirada da pluma na indústria têxtil. Segundo o National Research Council - NRC (2007) o CA apresenta, na matéria seca (MS), 23,0% de proteína bruta (PB), 95,0% de nutrientes digestíveis totais (NDT), 17,8% de extrato etéreo (EE), 47,0% de fibra em detergente neutro (FDN) e 39,0% de fibra em detergente ácido (FDA). O CA proporciona uma combinação única de energia, proteína e fibra quando comparado com outros ingredientes (BERNARD, 1999).

Ao comparar os valores nutricionais do CA com outros alimentos comumente usados na alimentação de ruminantes observa-se que a concentração de proteína do CA (23,0% PB) é intermediária entre o milho (9,0% PB) e farelo de soja (47,0% PB). Quanto à concentração de energia, o NDT do CA (96,0%) é superior ao farelo de soja (81,5%) e do farelo de algodão (68,3%). Poucos alimentos conseguem reunir diferentes nutrientes em altas concentrações e possuir fibra de alta degradabilidade como o caroço de algodão (ARIELI, 1998).

Devido ao teor de FDN do CA ele pode ser considerado como fonte de fibra não-forrageira (FFNF) contribuindo como fonte de fibra na dieta. Essa é uma grande

vantagem da utilização de coprodutos da indústria agrícola, uma vez que, a maioria destes possuem teores consideráveis de FDN a um baixo custo. Entretanto, o tamanho reduzido de partículas e a alta gravidade específica destas fontes podem facilitar o escape ruminal, reduzir a digestibilidade da fibra e a atividade de mastigação (GENTIL, 2010) porém, de acordo com Cooke et al. (2007) a alta concentração de fibra proveniente do línter e da casca do CA são capazes de manter o teor de efetividade de fibra da dieta.

O perfil de ácidos graxos (AG) do CA é outro ponto importante de se destacar devido ao seu elevado teor de óleo. O CA é rico em ácido linoleico (C18:2), palmítico (C16:0) e oleico (C18:1) com valores de 53,2%, 25,3% e 17,1%, respectivamente, enquanto que os ácidos esteárico (C18:0) e linolênico (C18:3) estão presentes em teores inferiores a 3% (PALMQUIST; WEISBJERG; HVELPLUND, 1993), sendo portanto, mais de 70% de seus ácidos graxos insaturados.

2.2 Consumo e digestibilidade

O consumo de alimentos é um aspecto fundamental na nutrição animal, pois estabelece a ingestão de nutrientes (VAN SOEST, 1994), enquanto a digestibilidade diz respeito à quantidade de nutrientes contidos no alimento que o animal é capaz de utilizar após o seu consumo (CUNHA et al., 2008).

O controle da ingestão alimentar requer a integração de vários sinais, incluindo as necessidades de energia de curto e longo prazo, bem como fatores ambientais (BAILE; McLAUGHLIN, 1987) e dietéticos. Diversas teorias foram propostas em relação aos mecanismos de controle de ingestão, sendo que recentemente Forbes (2007) propôs uma hipótese multifatorial do controle de ingestão de matéria seca: mínimo desconforto total. Nesta teoria o controle da ingestão é realizado pelo sistema nervoso central através de sinais oriundos dos desconfortos gerados pela deficiência ou excesso de um ou mais recursos, assim como nutrientes, tempo de alimentação, distensão e estimulação física (FORBES, 2007), entretanto este modelo ainda deve ser validado.

Ao utilizar o CA na dieta de ruminantes, o consumo de MS depende de fatores climáticos e dietéticos. Pode ocorrer diminuição no consumo diário de MS, principalmente quando os animais são submetidos a condições de estresse térmico, basicamente por causa do alto conteúdo de fibra desta oleaginosa, que gera calor durante o processo de digestão, inibindo o consumo. Os teores de lipídeos, de

energia e a degradabilidade da PB na ração também podem interferir no consumo de matéria seca em dietas contendo CA (ARIELI, 1998).

Harrison et al. (1995) avaliando o CMS de vacas leiteiras recebendo dietas com 12% de CA, porém com similares teores de FDN, em dois rebanhos, um dos rebanhos receberam dietas isoenergéticas e o outro com maior valor de energia na dieta que continha CA. No rebanho recebendo dietas isoenergéticas o consumo de MS da dieta com CA foi superior à dieta controle, enquanto que no outro rebanho, os animais recebendo CA tiveram menor ingestão de MS, sugerindo o efeito do controle metabólico. Em experimento semelhante, Lubis et al. (1990) avaliaram o efeito da adição de 15% CA em dietas com o mesmo teor fibra na ingestão de MS de vacas da raça holandesa, neste experimento a ingestão de MS não foi alterada pela adição de CA.

Rogério et al. (2004) avaliaram o consumo de MS, MO, PB e EE de dietas com teores crescentes de CA (0,12, 24, 35 ou 45%) na alimentação de ovinos e não verificaram efeito no consumo de MS e de MO e aumento na ingestão de PB e EE a partir da dieta com 24% e 35% de CA, respectivamente. Neste experimento o CA foi oferecido em substituição da dieta basal, feno de *tifton 85*, e com isso a inclusão do CA reduziu o teor de fibra das dietas, na avaliação de digestibilidade das frações fibrosas (FDN, FDA, hemicelulose e celulose) observou decréscimo linear dos coeficientes de digestibilidades para todas as frações, exceto da hemicelulose, o autor atribuiu essa redução da digestibilidade devido à qualidade do feno utilizado.

A redução na digestibilidade das frações fibrosas em dietas contendo elevados teores de óleo é esperada devido ao efeito negativo dos ácidos graxos insaturados nas bactérias fibrolíticas do rúmen. Entretanto, o uso de CA não necessariamente tem efeito negativo da digestibilidades destas frações, isto ocorre devido à alta digestibilidade do línter e pelo fato do óleo estar contido dentro da amêndoa do CA, o que minimiza o efeito do óleo sobre os microrganismos ruminais. Teixeira e Borges (2005) avaliaram o consumo e digestibilidade das frações fibrosas em ovinos recebendo CA até o teor de 49%, neste experimento não foi observado efeito do CA para consumo e digestibilidade da FDN e FDA, exceto no tratamento 49%, onde a digestibilidade do FDA foi inferior. Palmquist e Jenkins (1980) afirmam que essas discrepâncias na digestibilidade da fibra em dietas contendo óleos são normais, uma vez que o impacto da gordura na dieta é influenciado pela fonte, processamento e teor de inclusão do suplemento.

2.3 Desempenho e comportamento ingestivo

O desempenho de animais na fase de engorda é de extrema importância, pois é o ganho de peso que irá ditar o tempo de confinamento e a idade em que o animal irá atingir o peso de abate. Porém, a variável ganho de peso diário (GPD) não representa de maneira adequada o desempenho do animal, uma vez que é possível ter altos ganhos de peso acompanhados de elevada ingestão de matéria seca (IMS) e ao analisar esta relação obter valores satisfatórios ou não. Esta relação é dada pela eficiência alimentar, a qual representa melhor o desempenho dos animais no confinamento.

Devido ao valor nutricional do CA alguns estudos tem sido conduzidos com o objetivo de avaliar o desempenho de ovinos recebendo CA em substituição parcial ou total de ingredientes energéticos ou proteicos, como o milho e farelo de soja, respectivamente. Barbosa et al. (2010) realizaram estudo com diferentes teores de caroço de algodão (0, 10, 20 ou 30%) em substituição do farelo de soja com cordeiros Texel x Santa Inês em dieta com 60% de volumoso na matéria seca (MS) e observaram ganho de peso diário de 0,272, 0,280, 0,260 e 0,230 kg, respectivamente. Neste experimento a dieta com 10% de CA proporcionou maior ganho de peso ($P < 0,05$) que as demais dietas experimentais. Os autores concluíram que a substituição de 10% de CA pelo farelo de soja na ração para cordeiros em terminação promoveu melhor desempenho dos mesmos. Absalan et al. (2011) avaliaram o desempenho de cordeiros Zandi recebendo dietas com 0, 4, 8 ou 16% de CA na MS em substituição ao grão de cevada e obtiveram melhores ($P < 0,05$) ganhos de pesos diários (0,234, 0,252, 0,272, 0,244 kg) e conversão alimentar (6,11, 5,59, 5,44, 5,65), entretanto, como o tratamento 16% teve resultado pior ($P < 0,05$) que os demais tratamentos com CA os autores sugerem inclusão de até 8% de CA na dieta.

Em experimento semelhante, porém realizando adaptação gradativa ao CA, Kandylis, Nikokyris e Deligiannnis (1998) avaliaram o desempenho de cordeiros Karagouniko no pós-desmana recebendo dietas variando os teores de 0 a 30% de caroço de algodão e verificaram aumento ($P < 0,05$) no ganho de peso diário (0,269, 0,309, 0,341, 0,357 kg, respectivamente) e no consumo de matéria seca (1,004, 1,071, 1,109, 1,269 kg, respectivamente) enquanto conversão alimentar não foi afetada ($P > 0,05$), com valor médio de $3,5 \text{ kgMS kg} \times \text{GPD}^{-1}$, recomendando a utilização do CA em até 30% da dieta, sendo realizado a adaptação gradativa.

Por outro lado, Cunha et al. (2008), utilizando dietas com teores crescentes de caroço de algodão (0, 20, 30 ou 40%) em cordeiros Santa Inês, verificaram que os ganhos de peso diário (0,206, 0,186, 0,149, 0,174 kg) decresceram influenciados pelo aumento no teor de CA da dieta, de acordo com os autores a diminuição no ganho de peso foi relativamente pequena, entretanto a redução no ganho de peso afetou negativamente a conversão alimentar (6,01, 6,71, 7,62, 6,90 kgMS x kgGPD⁻¹), pois o consumo de matéria seca não foi afetado.

Devido ao alto teor de fibra do CA, Carvalho et al. (2010) realizaram experimento de inclusão do caroço de algodão (0, 10, 20, 30 ou 40%) em cordeiros sem o uso de volumoso, os ganhos de pesos médios diários não diferiram e foram de 163, 225, 220, 210 e 186 g, respectivamente. Como não verificaram diferença no ganho de peso dos animais os autores concluíram que a inclusão do CA deve ser determinada pela análise de custos.

Outro aspecto que pode ajudar a compreender o desempenho dos animais é o comportamento ingestivo dos mesmos, sendo que a substituição de um ingrediente com baixo teor de FDN por uma fonte de FFNF pode acarretar alterações no comportamento ingestivo dos animais (MERTENS, 1997). O comportamento ingestivo reflete no desempenho uma vez que está relacionando com o aproveitamento da dieta pelo animal e com a diminuição ao risco de distúrbios metabólicos, como a acidose. A mastigação estimula a secreção de saliva, a qual tem a capacidade de tamponar ácidos e produtos da fermentação, ajuda a prevenir redução na ingestão de matéria seca (IMS), estimula a motilidade ruminal e a digestibilidade da fibra (ALLEN, 1997).

A adição de sub-produtos, ricos em FFNF, em substituição de ingredientes com baixa FDN tem efeitos benéficos ao tempo de ruminação, entretanto, na substituição de volumosos por FFNF é observado redução no tempo de ruminação. De acordo com Morais et al. (2006), embora o teor de FDN da casca de soja seja semelhante ao de forragens, seu estímulo à mastigação é restrito, devido ao tamanho reduzido das partículas. Com o intuito de evitar a redução no tempo de mastigação é recomendado que se adicione uma quantidade mínima de forragem à dieta com um tamanho de partícula mínimo, desta forma reduz a taxa de passagem do alimento e estimula-se a ruminação, levando a melhor digestão da fibra (GRANT, 1997).

Harvatien et al. (2002) estudaram o efeito da substituição da FDN oriundo da silagem de alfafa pela FDN oriundo do CA em bovinos leiteiros, a substituição foi

feita até o teor de até 9% da FDN de origem do volumoso. Esses autores concluíram que, baseados no tempo de mastigação e ruminação, a FDN do CA tem aproximadamente 84% da efetividade de estimular a atividade de mastigação e ruminação da FDN da silagem de alfafa e que a inclusão de até 15% de CA na MS tem o potencial para manter a atividade de mastigação e ruminação em dietas com baixa FDN de forragem.

2.4 Características de carcaça e da carne

Diversos fatores intrínsecos e/ou extrínsecos podem influenciar as características de carcaça, segundo Sobrinho et al. (2005), esse fatores são: sexo, idade, raça, peso ao nascer e peso de abate. Dentre os fatores extrínsecos mais fáceis de controlar e que apresenta grande reflexo na qualidade da carcaça produzida é o sistema no qual o animal foi criado e a sua alimentação.

Alguns dos principais parâmetros avaliados na carcaça é o rendimento de carcaça, que de acordo com Silva Sobrinho et al. (2005), para ovinos varia de 40 – 50%. Cunha et al. (2008) não encontraram diferença no rendimento de carcaça quente (RCQ) (47,64%) e rendimentos de carcaça fria (RCF) (46,60 %) em cordeiros confinados com teores crescentes (0, 20, 30 ou 40%) de CA na dieta. Resultado semelhante foi observado por Kandylyis, Nikokyris e Deligiannnis (1998) observando cordeiros Karagouniko alimentados com teores crescentes de CA (5, 10, 15, 20 ou 30%), abatidos com 30 kg de peso corporal, não apresentaram diferenças entre os tratamentos para os RCQ e RCF, sendo as médias de 48,2 e 46,7%, respectivamente.

Como indicadores de musculosidade e acabamento de carcaça tem-se a área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura subcutânea (EGS), sendo a AOL medida no músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12^a e 13^a costelas, e a EGS na altura da 12^a costela. Cunha et al. (2008) encontraram efeito linear decrescente para a AOL. A equação de regressão mostra que houve decréscimo de 0,063 cm² para cada unidade de aumento no teor de caroço de algodão na dieta. Costa et al. (2010) avaliaram por ultrassonografia a área de olho de lombo e espessura de gordura de bovinos confinados recebendo teores crescentes de CA (0, 14,35, 27,51 ou 34,09% na MS) e observaram redução na EGS com a adição do CA, enquanto que a AOL não foi afetada.

A cor do músculo é determinada pela quantidade de mioglobina e pelas porções relativas desse pigmento, que pode ser encontrado na forma mioglobina reduzida (Mb, cor púrpura), oximioglobina (MbO₂, cor vermelha) e metamioglobina (MetMb, cor marrom) (SILVA SOBRINHO et al., 2005), sendo que a concentração e a estrutura da mioglobina podem ser afetadas por fatores *ante mortem*, como espécie, sexo e idade do animal, e por fatores *post mortem*, como região anatômica, temperatura e pH (SEIDEMAN et al., 1984). A cor da carne pode ser medida pelo método objetivo, utilizando-se colorímetro, que determina os componentes de cor L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) (SOBRINHO et al., 2005). De acordo com Bressan et al. (2001) os valores médios para a carne de ovinos para L*, a* e b* são, respectivamente, 34,5, 16,02 e 4,44. Vieira et al. (2010), avaliaram a cor do músculo *semimembranosus* de ovinos alimentados com teores crescentes de caroço de algodão na dieta e verificaram alteração na luminosidade e na tonalidade de amarelo. Devido ao gossipol presente no CA, que é um composto de coloração amarela, é possível encontrar efeito mais pronunciado da dieta na cor da carne.

A carne de ruminantes é considerada rica em ácidos graxos saturados e monoinsaturados, com pequenas quantidades de poliinsaturados (SINCLAIR; SLATTERY; O'DEA, 1982). De acordo com Wood e Enser (1997), a relação entre os ácidos graxos poliinsaturados e saturados para a carne de bovinos e ovinos está entre 0,11 e 0,15, valores abaixo dos que são recomendados para os humanos. Em carneiros, segundo Rowe et al. (1999), a soma de saturados, monoinsaturados e poliinsaturados foi de 46,85%, 40,68% e 4,74%, respectivamente, e a relação entre poliinsaturados e saturados foi 0,10%.

2.5 Painel sensorial

Diversos fatores são capazes de influenciar a qualidade sensorial da carne, entre eles se destacam a idade, sexo, raça e alimentação. A alimentação influencia a qualidade sensorial da carne de diversas maneiras, seja por promover maior ganho de peso e reduzir a idade de abate, aumentar a deposição de gordura ou imprimir sabor característico na carne devido determinado ingrediente utilizado na dieta animal. Shahidi et al. (1986) afirmam que genética e ambiente influenciam o sabor da carne, sendo espécie o fator genético mais importante e ingredientes da alimentação o fator ambiental de maior importância. Qualquer alimento que

influencie a concentração dos precursores do sabor ou deposite um componente único na gordura irá afetar o sabor da carne cozida, com maior influência dependendo da espécie animal (FIELD et al., 1978).

Para avaliar o efeito da alimentação no sabor da carne ovina, pequenos painéis sensoriais compostos por avaliadores treinados ou com experiência no consumo de carne ovina têm sido utilizados. Na maioria dos estudos, esses painéis avaliaram a aceitabilidade do sabor ou a preferência pela intensidade ou diferente sabor proporcionado pela alimentação (MELTON, 1990). Entretanto, também é possível realizar painéis sensoriais não treinados, neste caso utiliza-se maior número de provadores sem treinamento prévio porém, com exigência de consumo anterior do produto a ser degustado, a vantagem deste painel é que ele representa o consumidor em potencial para a carne de ovinos. Como o mercado nacional apresenta baixo consumo deste produto e grande potencial de crescimento este modelo de painel sensorial se adequa para atual situação do mercado brasileiro de carne ovina.

Vieira et al. (2010) avaliaram o efeito da inclusão de CA nas características sensoriais da carne de cordeiros, utilizando os teores de 0, 20, 30 ou 40% na MS. Neste experimento foi observado efeito positivo do CA nas variáveis cor, odor e sabor, contrapondo a posição de alguns frigoríficos que recusam a carne de animais terminados com CA alegando sabor indesejável na carne. Porém, poucos estudos foram realizados neste sentido sendo necessário uma maior investigação.

Referências

ABSALAN, M.; AFZALZADE, A.; MIRZAEI, M.; SHARIFI, S.D.; KHORVASH, M.; BENCHENARI, M.K. Feeding of whole cottonseed on performance, carcass characteristics and intestinal morphology of Zandi lambs. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 41, n. 3, p. 309-317, 2011.

ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 1447-1462, 1997.

ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2011. Disponível em: <<http://www.anuarios.com.br/>>. Acesso em: 13 fev. 2013.

ARIELI, A. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Apopka, v. 72, p. 97-110, 1998.

BAILE, C.A.; McLAUGHLIN, C.L. Mechanisms controlling feed intake in ruminants: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 3, p. 915-922, 1987.

BARBOSA, C.M.P.; LIMA, J.A.; GAVIOLI, I.L.C.; SILVA, G.S. Efeito da dieta com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre o desempenho de cordeiros cruzados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais eletrônicos...** Lavras: SBZ, 2010. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/reuniaoanual/anais/>>. Acesso em: 13 ago. 2013.

BERNARD, J.K. Review: effect of processing whole cottonseed on nutrient digestion, performance of lactating dairy cows, and gossypol bioavailability. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 15, p. 224-229, 1999.

BRAY, A.R.; GRAAFHUIS, A.E.; CHRYSTALL, B.B. The cumulative effect of nutritional, shearing and pre slaughter washing stresses on the quality of lamb meat. **Journal of Meat Science**, Barking, v. 25, n. 1, p. 59-67, 1989.

BRESSAN, M.C.; PRADO, O.V.; PÉREZ, J.R.O.; LEMOS, A.L.S.C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 293-303, 2001.

COOKE, K.M.; BERNARD, J.K.; WILDMAN, C.D.; WEST, J.W.; PARKS, A.H. Performance and ruminal fermentation of dairy cows fed whole cottonseed with elevated concentrations of free fatty acids in the oil. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 2329-2334, 2007.

COSTA, D.P.B.; ROÇA, R.O.; COSTA, Q.P.B.; LANNA, D.P.D.; LIMA, E.S.; BARROS, W.M. Meat characteristics of Nellore steers fed whole cottonseed. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 3, p. 183-192, 2013.

COSTA, Q.P.B.; WECHSLER, F.S.; COSTA, D.P.B.; POLIZEL NETO, A.; ROÇA, R.O.; BRITO, T.P. Características da carcaça de bovinos alimentados com dietas contendo caroço de algodão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais eletrônicos ...** Lavras: SBZ, 2010. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/reuniaoanual/anais/>>. Acesso em: 14 ago. 2013.

CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.R.R.; VÉRAS, A.S.V.C.; BATISTA, A.M.V. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1103-1111, 2008.

CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.R.R.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, M.F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1112-1120, 2008.

DEVINE, C.E.; CHRYSTALL, B.B.; DAVEY, C.L.; KIRTON, A.H. Effects of nutrition in lambs and subsequent postmortem biochemical changes in muscle. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 26, n. 1, p. 53-57, 1983.

FERREIRA, E.M.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; GENTIL, R.S.; ARAUJO, R.C.; AMARAL, R.C.; LOERCH, S.C. Growth, feed intake, carcass characteristics, and eating behavior of feedlot lambs fed high-concentrate diets containing soybean hulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 4120-4125, 2011.

FIELD, R.A.; WILLIAMS, J.C.; FERRELL, C.L.; CROUSE, J.D.; KUSMAN, J.E. Dietary alteration of palatability and fatty acids in meat from light and heavy weight ram lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 47, p. 858-864, 1978.

FORBES, J.M. A personal view of how ruminants animals control their intake and choice of food: minimal total discomfort. **Nutrition research reviews**, Cambridge, v. 20, p. 132-146, 2007.

GENTIL, R.S. **Substituição do milho ou feno pela casca de soja na alimentação de pequenos ruminantes**, 2010. 113 p. Tese. (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola de Ensino Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade São Paulo, Piracicaba, 2010.

GONÇALVES, L.C.; BORGES, I. Farelo e caroço de algodão. In: _____. **Alimentos e alimentação de gado de leite**. Belo Horizonte: UFMG, 1997. p. 21-22.

GRANT, R.J. Interactions among forages and nonforage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 1438-1446, 1997.

HARRISON, J.H.; KINCAID, R.L.; McNAMARA, J.P.; WALTNER, S.; LONEY, K.A.; RILEY, R.E.; CRONRATH, J.D. Effect of whole cottonseed and calcium salts of long-chain fatty acids on performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 1, p. 181-193, 1995.

HARVARTINE, D.I.; WINKLER, J.E.; DEVANT-GUILLE, M.; FIRKINS, J.L.; St-PIERRE, N.R.; OLDICK, B.S.; EASTRIDGE, M.L. Whole linted cottonseed as a forage substitute: fiber effectiveness and digestion kinetics. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, n. 8, p. 1988-1999, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 fev. 2013.

KANDYLIS, K.; NIKOKYRIS, P.N.; DELIGIANNIS, K. Performance of growing-fattening lambs fed whole cottonseed. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Malden, v. 78, p. 281-289. 1998.

LUBIS, D.; VAN HORN, H.H.; HARRIS, B.Jr.; BACHMAN, K.C.; EMANUELE, S.M. Responses of lactating dairy cows to protected fats or whole cottonseeds in low or high forage diets. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 12, p. 3512–3525, 1990.

MELTON, S.L. Effects of feeds on flavor of red meat: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 4421-4435, 1990.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

MORAIS, J. B.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MENDES, C. Q.; OLIVEIRA JR, R. C.; PACKER, I. U. Comportamento ingestivo de ovinos e digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas contendo casca de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 7, p. 1157–1164, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington: National Academic Press, 2006. 314 p.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T. Fat in lactation ration: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 1, p. 1-14, 1980.

PALMQUIST, D.L.; WEISBJERG, M.R.; HVELPLUND T. Ruminant, intestinal, and total digestibilities of nutrients in cows fed diets high in fat and undegradable protein. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 5, p. 1353-1364, 1993.

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, 2008.

ROGERIO, M.C.P.; TEIXEIRA, D.A.B.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; Efeito do nível de caroço de algodão sobre a digestibilidade da fibra dietética do feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 55, n. 5, p. 665-670, 2004.

ROWE, A.; MACEDO, F.A.F.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. **Journal of Meat Science**, Barking, v. 51, p. 283-288, 1999.

SEIDEMAN, S.C.; CROSS, H.R.; SMITH, G.C.; DURLAND, P.R. Factors associated with fresh meat color: a review. **Journal of Food Quality**, Malden, v. 6, n. 3, p. 211-237, 1984.

SHAHIDI, F.; RUBIN, L.J.; D'SOUZA, L.A.; TERANISHI, R.; BUTTERY, R.G. Meat flavor volatiles: A review of the composition, techniques of analysis, and sensory evaluation. **C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, London, v. 24, n. 2, p. 141-243, 1986.

SILVA SOBRINHO, A.G.; PURCHAS, R.W.; KADIM, I.T.; YAMAMOTO, S.M. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 1070-1078, 2005.

SINCLAIR, A.J.; SLATTERY, W.J.; O'DEA, K. The analysis of polyunsaturated fatty acids in meat by capillary gas-liquid chromatography. **Journal of Science Food and Agriculture**, Malden, v. 33, n. 8, p. 771-776, 1982.

SIQUEIRA, E.R.; SIMÕES, C.D.; FERNANDES, S. Efeito do sexo e do peso ao abate sobre a produção de carne de cordeiro. I. Velocidade de crescimento, caracteres quantitativos da carcaça, pH da carne e resultado econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 844-848, 2001.

TEIXEIRA, D.A.B.; BORGES, I. Efeito do nível de caroço integral de algodão sobre o consumo e digestibilidade aparente da fração fibrosa do feno de braquiária (*Brachiaria decumbens*) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 2, p. 229-633, 2005.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Ithaca; New York: Cornell University Press, 1994. 478 p.

VIEIRA, T.R.L.; CUNHA, M.G.G.; GARRUTTI, D.S.; DUARTE, T.F.; FÉLEX, S.S.S.; PEREIRA FILHO, J.M.; MADRUGA, M.S. Propriedades físicas e sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês terminados em dietas com diferentes níveis de caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 372-377, 2010.

WOOD, J. D.; ENSER, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. **British Journal Nutrition**, Cambridge, v. 78, p. 49-60, 1997.

3 DESEMPENHO, COMPORTAMENTO INGESTIVO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CAROÇO DE ALGODÃO MOÍDO

Resumo

Quarenta e cinco cordeiros, machos inteiros, Dorper x Santa Inês (PC inicial de $21,3 \pm 3,7$ kg e 79 ± 6 dias) foram distribuídos em delineamento de blocos completos casualizados, para avaliar os efeitos do uso de dietas contendo caroço de algodão no desempenho, comportamento ingestivo e características da carcaça e da carne. As dietas experimentais foram isonitrogenadas (16% PB) e compostas por 90% de concentrado e 10% de feno de “coastcross”. Os tratamentos foram definidos de acordo com os teores de caroço de algodão moído (CAM) na dieta: 0, 7, 14, 21 ou 28% na MS. As dietas foram oferecidas, *ad libitum*, diariamente por um período de 56 dias, dividido em 2 sub-períodos de 28 dias. As sobras foram quantificadas semanalmente para a determinação do consumo de matéria seca (CMS). Na 3^a e 6^a semanas do ensaio de desempenho foi avaliado o comportamento ingestivo dos cordeiros. Após o período de confinamento os animais foram abatidos e as medidas de carcaça foram determinadas. Amostras do músculo *Longissimus dorsi* foram usadas para a avaliação da carne e determinação do perfil de ácidos graxos. Houve redução linear no peso final dos animais e no CMS. Na avaliação do comportamento ingestivo não foi observado efeito nas variáveis ingestão, ruminação e mastigação quando expressas em Min/g de MS. Entretanto, houve redução linear na ruminação em Min/g de FDN. Com a redução no peso final, as características da carcaça (rendimento, área de olho de lombo e espessura de gordura) também reduziram linearmente. Houve alteração no perfil de ácidos graxos com redução linear para palmitoleico, oleico e ácidos graxos monoinsaturados enquanto o ácido linoleico aumentou. Foi observado efeito quadrático para esteárico, vacênico, linolênico e insaturados totais. A inclusão do CAM afetou negativamente o desempenho e as características da carcaça e demonstrou baixa capacidade em estimular a ruminação.

Palavras-chave: Co-produto; Confinamento; Ovinos

Abstract

Forty-five ram lambs, Dorper x Santa Inês (initial BW of 21.3 ± 3.7 kg and 79 ± 6 days) were distributed in a randomized complete block design to determine the effects of feeding diets containing cottonseed on performance, feeding behavior and carcass and meat characteristics. Diets were isonitrogenous (16% CP) and composed of 90% concentrate and 10% coastcross hay. Experimental treatments were defined according to the level of ground linted cottonseed (GCS) in the diet: 0, 7, 14, 21 or 28% in the DM. The diets were offered *ad libitum* daily for a period of 56 days, divided into two sub-periods of 28 days. Refusals were quantified weekly for the determination of dry matter intake (DMI). In the 3rd and 6th weeks of the performance trial was evaluated the ingestive behavior of the lambs. After the feedlot period, animals were slaughtered and the carcass measures were determined. *Longissimus dorsi* muscle samples were used for the evaluation of meat and determination of fatty acid profile. There was a linear decrease in final weight of the

animals and DMI. There was no difference for eating, ruminating and chewing when expressed in Min/g DM. However, there was a linear decrease in rumination Min/g of NDF. With the reduction in final weight, carcass characteristics (dressing, loin eye area and fat thickness) also decreased linearly. There was a change in fatty acid profile with a linear reduction of palmitoleic acid, oleic and monounsaturated fatty acids, while linoleic acid increased. There was a quadratic effect for stearic, vaccenic, linolenic acid and total unsaturated. The inclusion of GCS negatively affected the performance and carcass characteristics and demonstrated low capacity to stimulate rumination.

Keywords: Co-product; Feedlot; Sheep

3.1 Introdução

A terminação de cordeiros em confinamento é uma estratégia nutricional que pode ser utilizada nos sistemas mais tecnificados de produção de ovinos. Com a implantação do confinamento na ovinocultura foi possível atender a exigência do mercado consumidor, por carne de animais mais jovens, com regularidade e boas características de carcaça. A terminação de cordeiros em confinamento aliado a utilização de cruzamentos que favoreçam o desempenho animal e as características de carcaça, como o cruzamento Dorper x Santa Inês, potencializa as vantagens do confinamento, uma vez que desta forma é possível aliar potencial genético e nutrição, alcançando elevado desempenho dos animais e carcaças de alto padrão.

Entretanto, ao utilizar o confinamento os custos com a alimentação dos animais é mais elevado quando comparado com a terminação em pastagens. Considerando que as dietas de confinamento são formuladas tradicionalmente com altas quantidades de milho e soja, o retorno econômico desta prática fica na dependência do custo destes ingredientes. Neste sentido busca-se avaliar ingredientes alternativos que diminuam os custos com a ração e proporcionem desempenho animal satisfatório, devendo ser avaliada a relação entre custo da dieta e a resposta do animal.

Dentro deste contexto o caroço de algodão apresenta grande potencial na utilização em dietas de confinamento para ovinos, uma vez que possui elevado valor nutricional, podendo entrar em substituição parcial ao farelo de soja e ao milho sem reduzir o valor nutricional da dieta mas, com diminuição do custo da mesma. Tecnicamente, é possível formular dietas com teores similares de PB e NDT incluindo até 28% de CA (% na MS) na substituição do milho e farelo de soja.

Porém, como o CA possui características nutricionais diferentes do milho e do farelo de soja, deve-se avaliar o efeito da inclusão do CA na dieta de ovinos. Uma possível limitação ao uso de CA é a seleção de ingredientes, sendo que o processamento pode melhorar a homogeneidade da dieta dificultando a seleção pelo animal.

O objetivo neste experimento foi avaliar o desempenho de cordeiros cruzados, Dorper x Santa Inês, recebendo dietas com diferentes teores de caroço de algodão moído (CAM) em substituição parcial ao farelo de soja e ao milho. Além do desempenho animal foi avaliado o comportamento ingestivo, características de carcaça e da carne dos cordeiros submetidos às dietas experimentais.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Local, animais e instalações experimentais

O projeto foi desenvolvido no Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC), do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ). O município de Piracicaba está situado na latitude 22°43'31" S e longitude 47°38'57" W, com altitude de 547 metros.

Foram utilizados 45 cordeiros, machos não castrados, Dorper X Santa Inês. Os animais foram confinados individualmente em baias cobertas, com piso de concreto e dimensões de 1,3 m x 3,5 m, providas de bebedouro e comedouro (Figura 1). Todos os animais receberam vermífugo com 1,0% moxidectina (Cydectin, Fort Dodge Saúde Animal, Campinas, São Paulo, Brasil) na dosagem de 1 mL/50 kg de peso corporal e suplemento vitamínico ADE antes do início do experimento.

3.2.2 Delineamento experimental, dietas, manejo alimentar e pesagens

O delineamento experimental utilizado foi blocos completos casualizados. Os blocos foram definidos de acordo com o peso e idade dos animais no início do experimento. O período experimental teve duração de 56 dias, divididos em dois subperíodos de 28 dias.



Figura 1 - Vista dos animais e instalações experimentais

As dietas experimentais foram definidas pelo aumento nos teores de CAM e formuladas com o auxílio do programa “Small Ruminant Nutrition System 6.0” para conter 16% de PB e constituídas de 10% de volumoso (feno de “coastcross”) e 90% de concentrado na MS. Os tratamentos utilizados foram: CAM0 – sem adição de caroço de algodão; CAM7 – adição de 7% de caroço de algodão moído; CAM14 – adição de 14% de caroço de algodão moído; CAM21 – adição de 21% de caroço de algodão moído e CAM28 - adição de 28% de caroço de algodão moído.

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2007) para cordeiros na fase de crescimento (Tabela 1).

O milho, os “pellets” de casca de soja e o feno foram grosseiramente moídos utilizando-se um moedor (Nogueira[®] DPM – 4, Itapira, Brasil) com peneira grossa e misturados ao farelo de soja, ureia, calcário, mistura mineral e a monensina sódica (Elanco do Brasil, São Paulo, Brasil). Todos os ingredientes foram misturados utilizando-se um misturador horizontal com capacidade para 500 kg (Lucato[®], Limeira, Brasil). A monensina sódica foi adicionada na proporção de 25 mg/kg de matéria natural. O CA foi moído no mesmo moedor citado acima e adicionado à dieta no momento do fornecimento das dietas. A dieta foi pesada separadamente para

cada animal em balança eletrônica de precisão de 1 g (Marte[®], LC 100, São Paulo, Brasil) e ofertados diariamente no período da manhã.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais, % na MS

Item	Dietas Experimentais ¹				
	CAM0	CAM7	CAM14	CAM21	CAM28
Ingredientes					
Feno "coastcross"	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Farelo de soja	11,5	9,5	7,3	5,2	3,0
Caroço de algodão moído	-	7,0	14,0	21,0	28,0
Milho moído	65,5	60,5	55,7	50,8	46,0
Casca de Soja	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Ureia	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mistura mineral ²	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Cloreto de amônio	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Composição química					
Matéria seca (% da MO)	88,7	89,3	89,2	89,7	89,7
Cinzas	5,5	5,6	5,8	5,9	5,8
Extrato etéreo	4,0	4,8	5,9	6,4	7,5
Proteína bruta	16,9	16,6	16,9	15,7	15,7
Fibra insolúvel em detergente neutro	28,6	31,8	34,0	35,7	47,9
Energia metabolizável, Mcal/kg de MS ³	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6

¹ CAM0: dieta sem caroço de algodão moído; CAM7: dieta com 7% de caroço de algodão moído; CAM14: dieta com 14% de caroço de algodão moído; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído; CAM28: dieta com 28% de caroço de algodão moído

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

³ Estimada usando o *Small Ruminant Nutrition System*, v. 1.8.6 (CANNAS et al., 2004)

Os animais tiveram acesso *ad libitum* à ração e água fresca. A quantidade de ração ofertada foi definida com base na leitura de cocho realizada antes do fornecimento. As sobras foram mantidas em aproximadamente 10% da quantidade ofertada. Uma vez por semana as sobras de cada unidade experimental foram pesadas, amostradas (10%) e compostas por tratamento. A cada partida de ração uma amostra foi colhida. As amostras foram conservadas a -20°C para posterior análise.

O GMD dos animais foi acompanhado por meio de pesagens realizadas nos dias 0, 28 e 56 do período experimental após jejum de sólidos de 14 horas. Após obter o CMS e o GMD foi calculada a eficiência alimentar (EA).

3.2.3 Avaliação do comportamento ingestivo

Na terceira e sexta semanas de confinamento foi avaliado o comportamento ingestivo dos cordeiros. As instalações, delineamento experimental, tratamentos e manejo alimentar foram mantidos de acordo com o ensaio de desempenho. A observação foi feita individualmente, com intervalos de 5 minutos, durante 24 horas, para determinar o tempo gasto com ingestão, ruminação, ócio e mastigação em minutos/dia. O tempo total gasto em cada atividade foi calculado multiplicando-se o número total de observações por cinco conforme Armentano e Pereira (1997). A atividade de mastigação foi obtida através do somatório das atividades de ingestão e ruminação (WEIDNER; GRANT, 1994). As atividades de ruminação, ingestão e mastigação foram expressas em Min/dia, Min/g MS ingerida e Min/g FDN ingerida.

3.2.4 Abate, avaliação das carcaças e amostragem

Ao final do período de confinamento todos os animais foram abatidos, após jejum de sólidos de 14 horas. Antes do abate os animais foram pesados para determinação do peso corporal ao abate (PCA). Após a retirada do couro, patas, cabeça e vísceras obteve-se o peso de carcaça quente (PCQ), em seguida as carcaças foram mantidas em câmara de refrigeração a 4°C por 24 horas, sendo novamente pesadas para a obtenção do peso da carcaça fria (PCF). O rendimento da carcaça quente (RCQ), rendimento da carcaça fria (RCF) e a perda por resfriamento (PR) foram determinados.

A medida da espessura de gordura subcutânea (EGS) foi realizada sobre o músculo *Longissimus dorsi*, entre 12^a e 13^a costelas após 24 horas de refrigeração. O músculo *L. dorsi* foi seccionado de maneira transversal e a EGS foi determinada nos dois lados da carcaça utilizando-se um paquímetro digital (Battery, modelo SR44) graduado em milímetros. A face exposta do músculo *L. dorsi* foi desenhada em papel vegetal e sua área mensurada com auxílio de um planímetro graduado em cm² para obtenção da área de olho de lombo (AOL). A partir dos valores obtidos do lado direito e esquerdo da carcaça, foi calculada a média aritmética da EGS e AOL por carcaça.

Foram retiradas amostras do músculo *L. dorsi* para determinação da cor, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento e determinação do perfil de ácidos graxos. A determinação da cor foi feita logo após a desossa e as amostras para as demais análises foram embaladas a vácuo e armazenadas em câmara fria à

-20°C. Na determinação da cor as amostras foram expostas ao ar atmosférico por 30 minutos antes da realização da leitura. A leitura foi realizada em três pontos distintos de cada amostra através de um colorímetro Minolta Chroma Meter CR 400, com as seguintes características: área de medição de 8 mm de diâmetro, ângulo de observação 10° e fonte iluminante D65 com componente especular incluído, calibrado em padrão branco.

3.2.5 Análises de custo com a alimentação

As análises de custo com a alimentação visam avaliar a relação custo/benefício da substituição parcial do milho moído e farelo de soja por CAM, ou seja, verificar se o menor preço do CA justifica o sua utilização levando em consideração o desempenho animal. Para esta análise foram consideradas as variáveis: custo da dieta (R\$/kg de MS), custo da alimentação diária (R\$/animal/dia), custo por kg de ganho de peso (R\$/kg de GPD), custo no período do confinamento e custo por kg de carcaça (R\$/kg de carcaça).

Os preços considerados na análise de custo foram obtidos através de uma cotação no mercado em julho de 2013 com os produtos sendo entregues na região de Piracicaba/SP.

3.2.6 Análises laboratoriais

As amostras das rações ofertadas e das sobras foram processadas para determinação da matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC, 1990), nitrogênio total utilizando aparelho Leco FP528 (Leco Corporation, St. Joseph, MI), conforme a AOAC (1997), e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) conforme Van Soest, Robertson e Lewis (1991), utilizando α -amilase termoestável e sulfito de sódio, em um aparelho Ankom 200 (Ankom Tech. Corp., Fairport, NY). Os lipídios totais foram determinados no aparelho Leco TFE2000 (LECO® Corp.).

Para as análises de perdas por cocção (PPC) foram utilizadas porções de 2,5 cm de espessura do músculo *Longissimus dorsi*. As amostras foram descongeladas em geladeira a 4°C, pesadas em balança semi-analítica, para determinação do peso inicial e em seguida colocado sobre grelhas em bandeja de alumínio. Cada amostra teve um termômetro individual, que foi alocado até a parte central. As amostras foram assadas em forno elétrico a 170°C, até que o centro geométrico alcançasse

71°C. A partir daí os bifos foram retirados do forno e após esfriarem até 19°C foram pesados novamente para obtenção do peso final. Através da diferença entre peso inicial e peso final foi determinado a PPC.

Após a cocção descrita acima foram retirados, de cada bife, 10 paralelepípedos no sentido paralelo das fibras, com 1 cm² de área transversal e 2 cm de comprimento para a determinação da força de cisalhamento (FC). Os paralelepípedos foram cortados no sentido transversal da fibra utilizando o aparelho modelo Warner Bratzler Meat Shear (G-R Manufacturing CO.). O valor da FC foi obtido através da média aritmética dos 10 paralelepípedos de cada amostra.

Para a determinação da composição de ácidos graxos da carne, foi utilizada uma amostra, de aproximadamente 2 g, retirada da porção central do músculo *L. dorsi*. Foi realizada a extração dos componentes lipídicos da amostra. Para quantificar e determinar os ésteres de ácido graxo foi utilizado em cromatógrafo a gás da Agilent Technologies – Modelo 7890, equipado com detector de ionização de chama (7683B) e coluna capilar de sílica fundida (J&W 112-88^a7, Agilent Technologies) de 100 m de comprimento. A aquisição de dados foi realizada por meio do software ChemStation (Agilent Technologies).

As análises químicas foram realizadas nos Laboratório de Bromatologia e Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) do Departamento de Zootecnia. A determinação dos parâmetros físicos da carne foi realizada no laboratório de Qualidade e Estabilidade de Carnes e Produtos Cárneos da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP).

3.2.7 Análise estatística

Antes de se determinar se houve efeito nas variáveis analisadas verificou-se a presença de “outliers” no conjunto de dados. Foram considerados “outliers” os dados que apresentaram valor de observação extrema superior a 3 ou inferior a -3. Foi analisada a normalidade dos resíduos, avaliado através do teste de Shapiro-Wilk, quando a variável não apresentou normalidade ($P > 0,05$) foi transformada para atender a esta premissa estatística. A homogeneidade das variâncias foi observada através do teste de Levene. Todos os dados apresentados estão em suas unidades originais, mesmo que tenha sido necessária a transformação para a análise estatística.

As variáveis de desempenho e de comportamento foram analisadas como medidas repetidas no tempo, seguindo o modelo estatístico: $Y = \mu + B_i + T_j + S_{ij} + P_k + (DP)_{jk} + E_{ijk}$, onde μ = média geral, B_i = efeito de bloco ($i = 1$ a 9), T_j = efeito de tratamento ($j = 1$ a 5), S_{ij} = erro residual associado ao efeito do animal (bloco x dieta), P_k = efeito de período experimental ($k = 1$ ou 2), $(DP)_{jk}$ = interação do tratamento e período experimental, E_{ijk} = erro residual. Foram considerados como efeitos aleatórios o bloco e o animal. Foi aplicado o teste de polinômios ortogonais (linear, quadrático, cúbico e desvio do cúbico) e para este teste foi utilizada a matriz mais adequada para cada variável, sendo o critério de seleção de matriz a qual apresentava menor valor de “fit statistic” no parâmetro AIC.

Os dados de avaliação de carcaça e qualidade de carne foram analisados de acordo com o modelo: $Y = \mu + B_i + T_j + E_{ij}$, onde μ = média geral, B_i = efeito de bloco ($i = 1$ a 9), T_j = efeito de tratamento ($j = 1$ a 5), E_{ij} = erro residual. Foi considerado como efeito aleatório o bloco. Foi aplicado teste de polinômios ortogonais (linear, quadrático, cúbico e desvio do cúbico).

Os dados foram analisados através do procedimento MIXED do programa estatístico SAS (1999) e considerado efeito significativo quando $P < 0,05$.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Desempenho

Foi observado redução no CMS, o qual quando expresso em %PV ($Y = 4,1 - 0,02 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,23$) e $\%PV^{0,75}$ ($Y = 9,5 - 0,1 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,24$) mostrou redução linear. Quando o CMS foi expresso em kg/dia apresentou efeito significativo para a interação tratamento e período sendo feito o desdobramento da análise estatística nos períodos experimentais. Tanto no período 1 ($Y = 1,03 - 0,01 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,20$) como no período 2 ($Y = 1,5 - 0,01 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,29$) foi observado efeito linear decrescente. Até o tratamento CAM21 reduziu-se cerca de 5 a 8% o CMS enquanto que, do tratamento CAM21 para o CAM28 a redução foi de 20%, essa grande diferença no consumo pode ser justificada pelo manejo da oferta, onde era mantido uma sobra de 10% e como a sobra do tratamento CAM28 era alta devido a rejeição ao consumo do CAM a oferta de alimento era reduzida o que culminou no baixo CMS deste tratamento.

A redução no CMS conforme aumentou-se o teor de CAM diminuiu a quantidade de substrato para fermentação microbiana, e possivelmente, reduziu a

produção de AGCC e proteína microbiana o que levou ao menor GPD. Costa et al. (2011) também observaram redução no CMS quando ofertado até 34% de CA para bovinos confinados.

O GPD ($Y = 0,3 - 0,01 \cdot \text{CAM} + 0,001 \cdot \text{CAM}^2 - 0,00002 \cdot \text{CAM}^3$, $r^2 = 0,40$) apresentou efeito cúbico com a inclusão de CAM o que refletiu no peso corporal final (PCF), o qual apresentou efeito linear decrescente ($Y = 40,6 - 0,2 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,18$) conforme a inclusão do CAM. Porém é necessário destacar que numericamente o GPD dos animais do tratamento CAM0 e CAM14 foram muito próximos.

Ao analisar a eficiência alimentar (EA) é observado um efeito de adaptação dos animais ao consumo de CAM. No período 1, a EA teve efeito linear decrescente ($Y = 0,3 - 0,003 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,31$) conforme o aumento no teor de CAM na dieta mais prejudicial ele seria para a variável EA, entretanto no segundo período experimental a EA apresentou efeito quadrático ($Y = 0,2 + 0,005 \cdot \text{CAM} - 0,0002 \cdot \text{CAM}^2$, $r^2 = 0,10$) o que revela uma adaptação dos animais, onde o tratamento CAM14 promoveu maior EA. Vale a pena ressaltar que ao analisar a EA no período total é observado o mesmo valor numérico para o tratamento CAM0 e CAM14. Luginbuhl, Poore e Conrad (2000) avaliaram o desempenho de cabritos recebendo até 24% de CA, por um período de 113 dias, e verificaram redução na EA. A redução na EA com a inclusão de CA também foi observada por Cunha et al. (2008), os quais avaliaram a inclusão do CA em até 40% da dieta e encontraram aumento linear na conversão alimentar.

Allen (1997) sugere que ruminantes necessitam de fibra em suas dietas para maximizar a produção e manter a saúde animal devido a um ambiente ruminal estável. Porém, ao elevar acima de 14% o teor de CAM a dieta passa a conter elevado teor de óleo, ultrapassando 6% de EE. Altos teores de óleo afetam negativamente a fermentação microbiana e como recomendação geral o teor de EE na dieta não deve ultrapassar 6 a 7% na MS (JENKINS, 1993). O tratamento CAM28 continha 7,5% de EE. De acordo com a equação de regressão o melhor teor de CAM para a variável EA é de 15%.

O aumento no teor de EE nas dietas conforme a inclusão de CAM pode ter prejudicado a digestibilidade da dieta e com isso aumentado o material não fermentável no rúmen, o qual segundo Pires et al. (2008) acentua o efeito de enchimento ruminal provocando redução no CMS.

Os valores obtidos de GPD no experimento, média de 288 g, estão dentro do proposto pelo NRC (2007) para cordeiros com peso médio de 30 kg, que varia de 200 a 400 g (Tabela 2).

As análises bromatológicas das sobras possibilitaram observar se a moagem do CA foi eficiente para evitar a seleção da dieta pelos animais. O constituinte alimentar utilizado para observar a seleção foi a FDN, uma vez que esta aumentou consideravelmente com a inclusão do CAM na dieta. Na análise das sobras foram observados os valores de 29,2, 34,1, 34,9, 44,0 e 56,9% de FDN para os tratamentos CAM0, CAM7, CAM14, CAM21 e CAM28, respectivamente. Este aumento era esperado devido ao aumento da FDN da dieta (Tabela 1). No entanto, ao avaliar a relação entre a FDN oferecida e a recusada observou-se aumento de 2, 7, 3, 23 e 19% nas sobras. Assim, sugere-se que a moagem do CA foi eficiente em evitar a seleção até a inclusão de 14% de CAM, para inclusões superiores a moagem não se mostrou boa estratégia para evitar a seleção.

Tabela 2 – Idade, peso corporal e desempenho dos cordeiros alimentados com teores crescentes de caroço de algodão moído

Item ⁴	Dietas Experimentais ¹					EPM ²	Efeito ³					
	CAM0	CAM7	CAM14	CAM21	CAM28		L	Q	C	D	Per	Trat *Per
Idade inicial, dias	80	80	78	79	80	-	-	-	-	-	-	-
Peso inicial, kg	21,3	21,3	21,3	21,3	21,2	-	-	-	-	-	-	-
Peso final, kg	40,1	37,5	39,5	36,2	31,8	0,09	<0,01	0,06	0,18	0,18	-	-
Ganho de peso diário kg	0,34	0,30	0,33	0,28	0,19	0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,17	0,03	0,13
Consumo de MS												
CMST, kg/dia	1,24	1,12	1,16	1,02	0,83	0,03	<0,01	0,14	0,35	0,40	<0,01	0,02
CMS1, kg/dia	1,01	0,95	0,95	0,81	0,72	0,03	<0,01	0,34	0,86	0,46	-	-
CMS2 kg/dia	1,46	1,28	1,37	1,23	0,94	0,03	<0,01	0,08	0,07	0,41	-	-
CMST, %PV	4,01	3,85	3,82	3,67	3,20	0,06	<0,01	0,12	0,34	0,83	0,27	0,51
Eficiência Alimentar												
EAT	0,29	0,26	0,29	0,25	0,22	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01
EA1	0,36	0,29	0,30	0,25	0,22	<0,01	<0,01	0,07	0,13	0,06	-	-
EA2	0,23	0,24	0,27	0,26	0,23	<0,01	0,58	<0,01	0,06	0,36	-	-

¹ CAM0: dieta sem caroço de algodão moído; CAM7: dieta com 7% de caroço de algodão moído; CAM14: dieta com 14% de caroço de algodão moído; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído; CAM28: dieta com 28% de caroço de algodão moído

² EPM = Erro padrão da média

³ L = efeito linear; Q = efeito quadrático; C = efeito cúbico; D = desvio do cúbico; Per = efeito de período; Trat*Per = Tratamentos x Período

⁴ CMST = consumo de matéria seca no período total; CMS1 kg/dia = consumo de matéria seca no período 1; CMS2 = consumo de matéria seca no período 2; PV = peso vivo; PV^{0,75} = peso vivo metabólico; EAT = eficiência alimentar no período total; EA1 = eficiência alimentar no período 1; EA2 = eficiência alimentar no período 2

3.3.2 Comportamento Ingestivo

O CMS durante a avaliação do comportamento ingestivo apresentou efeito linear negativo ($Y = 1606,3 - 12,4 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,09$). A redução no CMS pode ter ocorrido devido ao aumento do EE na dieta a medida que aumentou o caroço de algodão (ARIELI, 1998), ou no caso do tratamento CAM21 e CAM28 devido a recusa dos animais à ingerirem a quantidade ofertada de CAM o que acabou por mesmo com uma menor oferta da dieta os animais manterem uma sobra de 10% no cocho.

O consumo da FDN (CFDN) apresentou efeito significativo para a interação tratamento e período tendo sua análise desmembrada nos dois períodos experimentais (Tabela 3). Apesar da redução no CMS, o CFDN não foi afetado no primeiro período o que pode ser explicado pelo efeito de compensação entre a redução no CMS e aumento no teor de FDN na dieta conforme incluiu-se CAM. Por outro lado, no segundo período foi observado efeito quadrático ($Y = 522,7 + 8,02 \cdot \text{CAM} - 0,4 \cdot \text{CAM}^2$, $r^2 = 0,17$). Como neste período os valores de CMS foram maiores quando comparados ao primeiro período, a redução no CMS não foi capaz de evitar o aumento no CFDN até o tratamento CAM14.

O tempo gasto com a atividade de ingestão, quando expresso em Min/dia e Min/g de MS não apresentaram diferença, porém, quando expresso em Min/g de FDN apresentou interação entre tratamento e período. Ao desmembrar a análise nos períodos, não foi observado efeito no período 1, mas o período 2 apresentou efeito quadrático ($Y = 0,52 + 0,012 \cdot \text{CAM} - 0,0006 \cdot \text{CAM}^2$, $r^2 = 0,30$). De acordo com a equação de regressão, o tempo máximo gasto com ingestão foi na inclusão de 10% de CAM. Como o dado está expresso em Min/g de FDN, esse aumento no tempo de ingestão não está relacionado com a quantidade ingerida de FDN, mas sim com a fonte da FDN sendo que a partir da inclusão de 10% de CAM passasse a diminuir o tempo de ingestão.

De acordo com Lammers et al. (1996), a atividade de ingestão é mais rápida para alimentos mais densos e finos, enquanto que mais lenta para alimentos grosseiros, o que proporciona maior tempo gasto com essa atividade. Como o CAM foi adicionado em substituição ao milho moído e ao farelo de soja, as dietas contendo CAM passaram a ter uma estrutura mais fibrosa e grosseira, o que explica o maior tempo de ingestão do tratamento CAM14 quando expresso em Min/g de FDN. Porém, após este teor a redução no CMS e CFDN passaram a ser muito expressivos, o que acabou por reduzir o tempo de ingestão.

O tempo gasto com a ruminação, quando expresso em Min/dia apresentou efeito quadrático ($Y = 381,1 + 4,2 \cdot \text{CAM} - 0,3 \cdot \text{CAM}^2$, $r^2 = 0,25$), o que demonstra que o aumento da FDN da dieta através da substituição do milho e do farelo de soja por CAM foi capaz de aumentar o tempo de ruminação. A partir do tratamento CAM14 o tempo de ruminação passa a diminuir, podendo ser explicado devido ao CFDN, o qual também diminuiu a partir deste tratamento.

Quando o tempo de ruminação foi expresso em Min/g de MS não foi observado efeito, enquanto que quando expresso em Min/g de FDN apresentou interação entre tratamento e período. O desdobramento dos dados expressos em Min/g de FDN mostrou redução linear ($Y = 1,2 - 0,01 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,17$) no período 1 e não foi observado efeito significativo para o período 2. Esta resposta deve-se pela característica física do FDN, uma vez que os efeitos do CMS e CFDN são isolados ao analisar a ruminação na unidade de Min/g de FDN.

O efeito observado no período 1 pode ser explicado pela fonte de FDN. No tratamento CAM0 cerca de 30% da FDN era oriundo do feno de “coastcross”, com a inclusão do CAM ocorreu diluição da FDN oriundo de forragem, reduzindo sua participação para 21,3% no tratamento CAM28. Como resultado, observou-se redução linear na ruminação (quando expressa em Min/g de FDN) o que indica que a FDN oriundo de forragem tem maior capacidade em estimular a ruminação.

A densidade e o tamanho de partícula são dois fatores importantes da efetividade da FDN, sendo que o tamanho de partícula e a gravidade específica explicam 28 e 59%, respectivamente, na variação no tempo de retenção de partículas no rúmen-retículo de ovinos (GRANT, 1997) explicando a baixa efetividade da FDN do CAM encontrado nestes experimentos.

A ausência de diferença observada no período 2 pode estar relacionada com o efeito associativo da FDN oriundo da forragem e do CA. Experimentos realizados com casca de soja (WEIDNER; GRANT, 1994) e com glúten de milho úmido (ALLEN; GRANT, 2000) mostraram que a interação entre coprodutos e forragens aumenta a consistência do “mat” ruminal com redução na taxa de passagem e aumento na atividade de ruminação. Neste sentido, a interação entre as duas fontes de fibra foi capaz de manter a efetividade física da dieta no segundo período uma vez que não foi reduzido o tempo de ruminação com a diluição da FDN oriunda do feno pela FDN do CAM, este efeito associativo foi evidenciado no segundo período devido ao maior volume de alimento ingerido.

O tempo de mastigação (Min/dia) apresentou efeito quadrático ($Y = 576,0 + 4,7 \cdot \text{CAM} - 0,3 \cdot \text{CAM}^2$, $r^2 = 0,27$) e de acordo com a equação de regressão, a inclusão de 6,7% de CAM proporciona maior tempo na atividade de mastigação. Quando o tempo de mastigação foi expresso em Min/g de MS este não apresentou efeito e quando expresso em Min/g de FDN houve efeito para a interação tratamento e período, sendo analisado o efeito nos dois períodos de observação. No período 1 houve efeito linear decrescente ($Y = 1,678 - 0,019 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,17$) e no período 2 não apresentou efeito. Foram observados os mesmos efeitos entre o tempo gasto com a mastigação e ruminação, este fato ocorreu devido à atividade de mastigação ser a somatória da atividade de ruminação e ingestão, e como houve maior tempo gasto com a ruminação do que com a ingestão o efeito do tempo de ruminação foi expressivo no cálculo do tempo de mastigação.

O tempo gasto com o animal em ócio apresentou efeito quadrático ($Y = 875,9 - 5,35 \cdot \text{CAM} + 0,35 \cdot \text{CAM}^2$, $r^2 = 0,21$) em resposta a variação comportamental nas outras variáveis analisadas.

Apesar da variação entre os valores observados para o tempo de ruminação e ingestão no período de 24H, ao longo do dia o comportamento dos animais ocorreram da mesma maneira e, portanto, esses dados estão apresentados nas Figuras 2 e 3, para o primeiro e segundo período, respectivamente, de maneira composta entre os tratamentos.

Analisando as Figuras 2 e 3 é possível verificar dois principais picos de ingestão em ambos os períodos, os quais coincidem com os horários de oferecimento da dieta, sendo que na oferta do período da manhã (8:00H) quase todos animais estavam no cocho e no pico do período da tarde (17:00H) o número de animais no cocho foi um pouco inferior, cerca de metade dos animais. No período 1, estão presentes apenas 2 picos de ingestão, sendo que entre eles, ao longo do dia, é mantido a presença de 5 à 10 animais frequentando o cocho, enquanto que após o pico de ingestão das 17:00H é observado pequeno número de animais no cocho, sendo que às 0:00 e a partir das 05:00 tem uma frequência de cerca de 5 animais ingerindo alimento. No período 2 o comportamento é um pouco diferente, sendo que os picos de ingestão ocorrem com maior frequência, mantêm-se com principais picos os quais ocorreram no momento da oferta, porém aparecem novos picos as 11:00H, 18:00 - 19:00H, 23:00 - 01:00H e as 6:00H.

Tabela 3 – Comportamento ingestivo dos cordeiros alimentados com teores crescentes de caroço de algodão moído

Variáveis	Tratamentos ¹					EPM ²	Efeito ³					
	CAM0	CAM7	CAM14	CAM21	CAM28		L	Q	C	D	Per	Per * Trat
Consumo												
MS (g/dia)	1612,7	1502,2	1428,3	1399,8	1239,7	43,22	<0,01	0,83	0,44	0,74	<0,01	0,10
FDN (g/dia)	455,0	460,0	481,7	452,9	379,2	13,72	0,04	0,02	0,40	0,70	<0,01	0,02
FDN 1 (g/dia)	372,3	398,1	398,0	387,3	373,9	25,14	0,73	0,95	0,36	0,97	-	-
FDN 2 (g/dia)	537,6	522,0	565,5	517,3	390,7	32,25	<0,01	0,01	0,18	0,53	-	-
Ingestão												
Min/dia	187,8	204,6	181,1	178,6	172,8	4,81	0,20	0,64	0,40	0,46	<0,01	0,63
Min/g MS	0,12	0,15	0,13	0,13	0,15	<0,01	0,28	0,91	0,11	0,69	<0,01	0,36
Min/g FDN	0,52	0,51	0,50	0,48	0,38	0,01	<0,01	0,05	0,28	0,61	0,58	0,02
P1 Min/g FDN ⁴	0,51	0,50	0,43	0,46	0,43	0,03	0,09	0,59	0,87	0,26	-	-
P2 Min/g FDN ⁵	0,54	0,52	0,56	0,51	0,32	0,04	<0,01	<0,01	0,11	0,69	-	-
Ruminação												
Min/dia	388,1	372,4	401,1	331,7	263,9	10,39	<0,01	0,02	0,55	0,22	0,07	0,10
Min/g MS	0,26	0,26	0,30	0,25	0,23	0,01	0,28	0,15	0,77	0,19	<0,01	0,47
Min/g FDN	0,93	0,83	0,88	0,76	0,70	0,03	0,03	0,69	0,67	0,39	<0,01	<0,01
P1 Min/g FDN ⁴	1,12	1,03	1,09	0,90	0,65	0,10	<0,01	0,14	0,51	0,45	-	-
P2 Min/g FDN ⁵	0,73	0,63	0,67	0,63	0,76	0,07	0,83	0,19	0,89	0,46	-	-
Mastigação												
Min/dia	575,8	577,2	582,1	510,3	436,7	11,85	<0,01	0,03	0,84	0,64	0,51	0,98
Min/g MS	0,39	0,40	0,43	0,38	0,38	0,01	0,57	0,15	0,65	0,27	<0,01	0,65
Min/g FDN	1,36	1,31	1,28	1,17	1,15	0,04	0,03	0,96	0,82	0,65	<0,01	<0,01
P1 Min/g FDN ⁴	1,63	1,53	1,52	1,35	1,09	0,10	<0,01	0,22	0,56	0,74	-	-
P2 Min/g FDN ⁵	1,10	1,08	1,04	0,99	1,21	0,09	0,66	0,18	0,28	0,70	-	-
Ócio												
Min/dia	864,2	862,8	857,9	948,8	1003,3	0,09	<0,01	<0,01	0,73	0,47	<0,01	0,98

¹ CAM0: dieta sem caroço de algodão moído; CAM7: dieta com 7% de caroço de algodão moído; CAM14: dieta com 14% de caroço de algodão moído; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído; CAM28: dieta com 28% de caroço de algodão moído

² EPM = Erro padrão da média

³ L = efeito linear; Q = efeito quadrático; C = efeito cúbico; D = desvio do cúbico; Per = efeito de período; Trat*Per = Tratamentos x Período

⁴ P1 Min/g FDN = tempo gasto por gramas de FDN no período 1

⁵ P2 Min/g FDN = tempo gasto por gramas de FDN no período 2

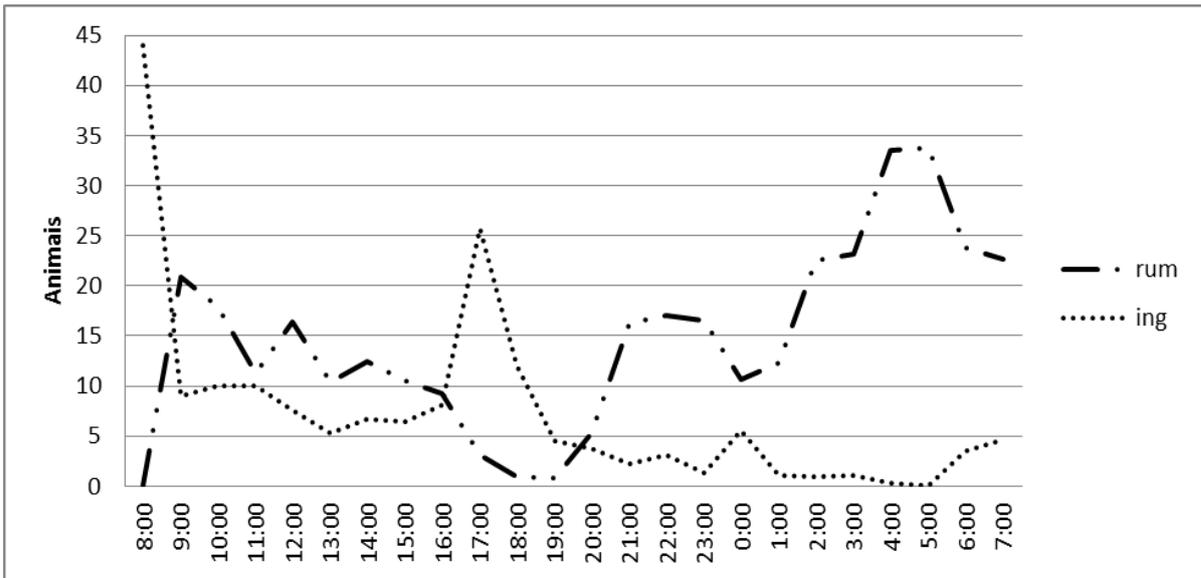


Figura 2 - Animais em atividade de ruminação e ingestão ao longo do dia no período

1

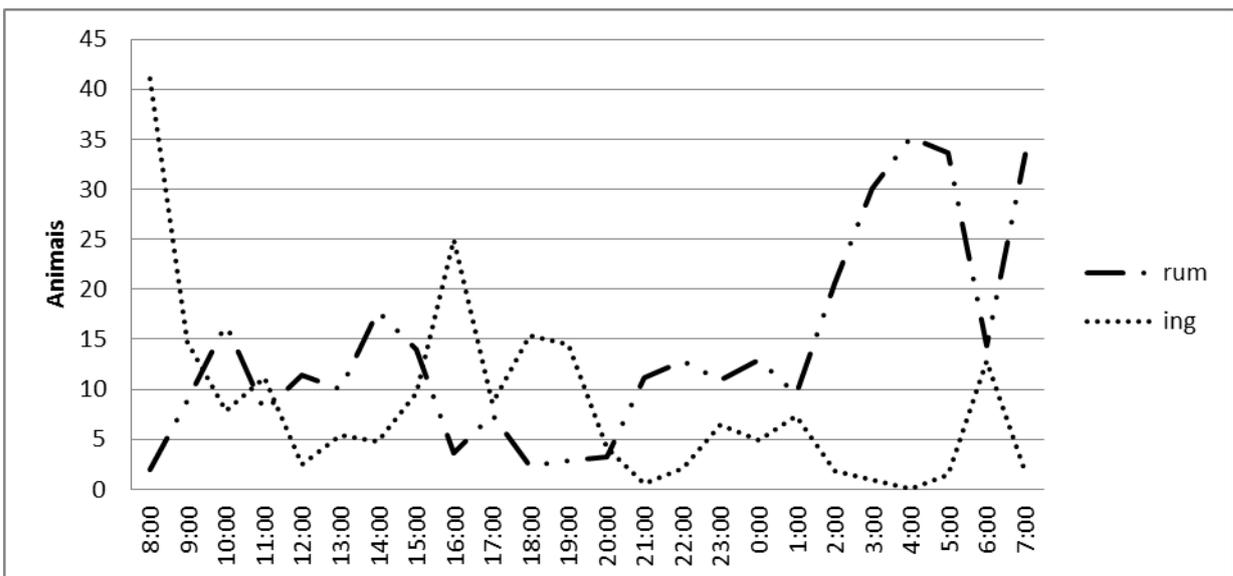


Figura 3 - Animais em atividade de ruminação e ingestão ao longo do dia no período

2

Essa diferença no comportamento de ingestão nos dois períodos podem ser explicados devido à quantidade de alimento ingerido, no período 1 a ingestão média foi de 1,15 kg enquanto que no período 2 a ingestão foi de 1,64 kg, sendo necessário maior tempo para ingerir uma quantidade maior de alimento. Esse aumento no CMS pode ser realizado através de duas maneiras, aumentando o

tempo de cada refeição ou a frequência de visitas ao cocho, sendo estes mecanismos controlados pela sensação de saciedade e fome, respectivamente.

Como observado anteriormente ocorreu aumento no consumo no segundo período através de uma maior frequência de visitas ao cocho, sugerindo que a maior exigência dos animais nessa fase, devido ao aumento no tamanho corporal, causou maior sensação de fome levando os animais ao cocho e o tamanho de cada refeição não foi alterado uma vez que as dietas eram ricas em energia (2,7 Mcal/kg de MS) e portanto ocorria uma sensação de saciedade gerada por mecanismos metabólicos limitando a duração no tempo de cada refeição.

Em relação à ruminação em ambos os períodos o principal pico de ruminação ocorreu entre às 01:00 e 06:00H sendo que outro momento importante de ruminação dos animais ocorreu entre 21:00 e 00:00H. Analisando separadamente cada período verifica-se que os picos de ruminação no intervalo entre as refeições no período 1 ocorreram as 09:00 e 12:00H, enquanto que no período 2 esses picos foram as 10:00 e 14:00H. Provavelmente, essa diferença nos picos de ruminação devem-se à diferença no comportamento de ingestão.

3.3.3 Características de carcaça

Como todos os animais experimentais foram abatidos no mesmo dia, logo após o término da avaliação de desempenho, os parâmetros de pesos foram influenciados diretamente pelo peso final no confinamento (Tabela 4), demonstrando efeito linear negativo para peso corporal ao abate (PCA) ($Y = 40,6 - 0,2 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,18$), peso de carcaça quente (PCQ) ($Y = 20,1 - 0,1 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,18$) e peso de carcaça fria (PCF) ($Y = 19,7 - 0,1 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,19$).

Os rendimentos de carcaça também apresentaram redução linear com a substituição do milho e farelo de soja por CAM na dieta, sendo o RCQ representado pela equação $Y = 50,7 - 0,1 \cdot \text{CAM}$ ($r^2 = 0,08$) e o RCF pela equação $Y = 49,7 - 0,1 \cdot \text{CAM}$ ($r^2 = 0,09$). A redução de rendimento de carcaça com a inclusão de CAM na dieta pode estar relacionada com o menor PCA destes animais, uma vez que animais de idades próximas com diferentes pesos possuem diferença no rendimento de carcaça devido à proporção entre os componentes não carcaça (couro, cabeça, pernas e órgãos) e a carcaça, sendo que, animais mais pesados possuem maior proporção dos componentes de carcaça quando comparados com animais mais leves.

O parâmetro EGS apresentou efeito linear negativo ($Y = 1,6 - 0,01 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,12$) assim como a AOL ($Y = 14,9 - 0,01 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,18$). Certamente estas características foram influenciadas pelo PCA e por isso apresentaram o mesmo efeito. A AOL representa a proporção de músculo na carcaça (SAINZ, 1996) e portanto, animais com maior PCA possuem maior desenvolvimento da musculatura e consequentemente um efeito parecido. No desenvolvimento do animal confinado inicialmente se tem a deposição de músculos e por fim a deposição de gordura, à qual tem maior expressividade após um determinado peso corporal. Com a inclusão de CAM na dieta ocorreu redução no GPD dos animais e consequente menor PCA e estes animais tiveram menor deposição de gordura subcutânea o que levou a redução na EGS. Os parâmetros de PR e EPC não apresentaram diferenças entre os tratamentos.

Tabela 4 – Características de carcaças dos cordeiros alimentados com teores crescentes de caroço de algodão moído

Item ⁴	Dietas Experimentais ¹					EPM ²	Efeito ³			
	CAM0	CAM7	CAM14	CAM21	CAM28		L	Q	C	D
PCA, kg	40,1	37,5	39,5	36,2	31,8	0,90	<0,01	0,06	0,14	0,17
PCQ, kg	20,2	18,4	19,3	17,6	16,2	0,44	<0,01	0,45	0,22	0,15
PCF, kg	19,8	18,0	18,9	17,3	15,8	0,43	<0,01	0,47	0,20	0,15
RCQ, %	50,7	50,8	49,1	48,8	49,6	0,34	0,04	0,21	0,41	0,41
RCF, %	49,8	49,7	48,1	47,8	48,6	0,34	0,03	0,18	0,17	0,52
PR, %	1,7	2,2	2,0	2,2	1,9	0,10	0,54	0,22	0,72	0,39
EGS, mm	1,7	1,2	1,5	1,3	1,0	0,07	0,02	0,94	0,10	0,10
EPC, mm	12,5	13,2	14,2	12,8	12,1	0,37	0,62	0,08	0,87	0,39
AOL, cm ²	14,9	14,7	14,9	14,7	14,5	0,04	<0,01	0,28	0,15	0,06

¹CAM0: dieta sem caroço de algodão moído; CAM7: dieta com 7% de caroço de algodão moído; CAM14: dieta com 14% de caroço de algodão moído; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído; CAM28: dieta com 28% de caroço de algodão moído

²EPM = Erro padrão da média

³L = efeito linear; Q = efeito quadrático; C = efeito cúbico; D = desvio do cúbico

⁴PCA = peso corporal ao abate; PCQ = peso de carcaça quente; PCF = peso de carcaça fria; RCQ = rendimento de carcaça quente; RCF = rendimento de carcaça resfriada; PR = perda por resfriamento; EGS = espessura de gordura subcutânea; EPC = espessura da parede corporal; AOL = área de olho de lombo

3.3.4 Perfil de ácidos graxos e características físicas da carne

Das características físicas da carne apenas o parâmetro (a^*) da avaliação da cor da carne sofreu efeito com a inclusão de CAM, apresentando efeito linear crescente ($Y = 17,2 + 0,05 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,16$), sugerindo que o CAM aumentou a

intensidade do vermelho na carne dos cordeiros. De acordo com Bressan et al. (2001) a carne de ovinos apresenta valores médios de L, a* e b* de 37,34, 12,14 e 12,44, respectivamente. Comparando os valores obtidos neste experimento (Tabela 5) com os propostos por Bressan et al. (2001) observa-se que a carne dos animais deste experimento foram escuras e com forte intensidade do vermelho.

Os parâmetros de perdas por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) não apresentaram diferença entre os tratamentos (Tabela 5). Os valores obtidos neste experimento foram similares para PPC e FC aos observados por Vieira et al. (2010) que encontraram valores para PPC variando entre 21,6 a 25,3% e de FC variando entre 4,6 a 5,3 kgf/cm². Para carne de bovinos, valores de FC acima de 4 kgf/cm² são consideradas duras, sendo que os valores de FC neste experimento foram superiores. Este fato pode ser explicado pela ausência de maturação da carne, longo período de armazenamento da carne, cerca de 14 meses, do abate até o momento das análises de FC e PPC ou por excessivo resfriamento da carcaça após o abate.

Tabela 5 – Cor, perdas por cocção e força de cisalhamento (FC) da carne dos cordeiros alimentados com teores crescentes de caroço de algodão moído

Item ⁴	Dietas Experimentais ¹					EPM ²	Efeito ³			
	CAM0	CAM7	CAM14	CAM21	CAM28		L	Q	C	D
Cor										
L*	41,9	42,2	43,1	44,1	42,6	0,36	0,54	0,59	0,05	0,81
a*	17,3	17,7	17,9	18,2	19,0	0,20	<0,01	0,51	0,60	0,99
b*	5,3	4,8	5,2	5,7	5,6	0,13	0,07	0,40	0,06	0,99
PPC, %	24,8	26,8	27,7	25,2	26,6	0,53	0,59	0,32	0,19	0,34
FC, kgf/cm ²	5,3	5,3	5,7	4,9	5,4	0,18	0,77	0,96	0,47	0,16

¹CAM0: dieta sem caroço de algodão moído; CAM7: dieta com 7% de caroço de algodão moído; CAM14: dieta com 14% de caroço de algodão moído; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído; CAM28: dieta com 28% de caroço de algodão moído

²EPM = Erro padrão da média

³L = efeito linear; Q = efeito quadrático; C = efeito cúbico; D = desvio do cúbico

⁴PPC = perdas por cocção; FC = força de cisalhamento

Outro aspecto importante na qualidade da carne é a determinação da composição de ácidos graxos da gordura. Foi observado redução linear para os ácidos graxos palmitoleico ($Y = 1,1 - 0,01 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,42$), oleico ($Y = 32,8 - 0,3 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,55$) e aumento linear para o linoleico ($Y = 6,3 + 0,1 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,21$). O aumento no linoleico é explicado pelo elevado teor deste ácido graxo no CA,

tendo cerca de 53,2% em sua composição (PALMQUIST; WEISBJERG; HVELPLUND, 1993). Entretanto, a redução no oleico não era esperada uma vez que que o CA é rico neste ácido graxo. Uma possível explicação é que ocorreu expressiva biohidrogenação neste ácido graxo, o que explica o efeito quadrático do ácido graxo esteárico ($Y = 13,6 + 0,3 \cdot \text{CAM} - 0,01 \cdot \text{CAM}^2$, $r^2 = 0,17$), onde o tratamento CAM21 apresentou a maior concentração de esteárico, sendo que o esteárico está em concentrações inferiores a 3% no CA (PALMQUIST; WEISBJERG; HVELPLUND, 1993). Outros ácidos graxos que apresentaram efeito quadrático foram vacênico ($Y = 4,3 + 0,4 \cdot \text{CAM} - 0,01 \cdot \text{CAM}^2$, $r^2 = 0,25$) e linolênico ($Y = 0,1 + 0,01 \cdot \text{CAM} - 0,0001 \cdot \text{CAM}^2$, $r^2 = 0,25$).

O ácido graxo DHA apresentou efeito cúbico. Outros ácidos graxos identificados não apresentaram efeito (Tabela 6). Os ácidos graxos que apresentaram maior participação no perfil de ácidos graxos foram o oleico, palmítico, esteárico e linoleico, com média entre os tratamentos de 27,63, 19,61, 15,30, 8,21%, respectivamente. Estes mesmos ácidos graxos foram encontrados em maior concentração por Madruga et al. (2008) que da mesma forma, avaliaram o perfil de ácidos graxos da gordura de cordeiros Santa Inês alimentados com CA. Apesar do CA ser rico no ácido graxo palmítico, este não apresentou alteração na composição da gordura com a substituição do milho e farelo de soja por CAM. De acordo com Bauman et al. (2003) um complexo mecanismo de síntese e de incorporação de ácidos graxos na gordura da carne e leite controla todo este processo e por isto ocorre diferenças entre a composição de ácidos graxos da dieta e dos encontrados na carne e leite de ruminantes.

Agrupando os ácidos graxos identificados de acordo com o tamanho da cadeia em cadeia curta (C4:0 – C12:0), cadeia média (C14:0 – C16:1) e cadeia longa (C17:0 – C22:6) não foi observado efeito significativo. Ao analisar o grau de saturação dos ácidos graxos não foi observado efeito nos saturados totais e efeito quadrático para insaturados totais ($Y = 50,96 - 0,33 \cdot \text{CAM} + 0,007 \cdot \text{CAM}^2$, $r^2 = 0,40$), com redução nos insaturados totais com até 25% de CA, indicando uma importante biohidrogenação até este teor de inclusão.

De acordo com Jakobsen (1999), deve-se reduzir a ingestão de gorduras ricas em colesterol e ácidos graxos saturados e aumento no consumo de ácidos graxos mono e poliinsaturados com a intenção de reduzir os riscos de obesidade, câncer e doenças cardiovasculares. Neste sentido é importante analisar a relação

entre os ácidos graxos poliinsaturados e saturados. Ao avaliar esta relação, foi observado efeito cúbico ($Y = 0,2 + 0,02 \cdot \text{CAM} - 0,01 \cdot \text{CAM}^2 + 0,001 \cdot \text{CAM}^3$, $r^2 = 0,21$). Por outro lado, Madruga et al. (2008) não observaram efeito quando avaliaram a inclusão de até 40% de CA na dieta de ovinos.

A concentração de CLA, calculado como a somatória entre os ácidos graxos C18:2 *cis9 trans 11* e C18:2 *trans10 cis12*, não apresentou diferença, o que sugere-se que a biohidrogenação foi completa, uma vez que não houve aumento nos intermediários da biohidrogenação.

Tabela 6 – Composição de ácidos graxos da gordura da carne dos cordeiros alimentados com teores crescentes de caroço de algodão moído

(continua)

Ácidos graxos, g/100 g	Dietas Experimentais ¹					EPM ²	Efeito ³			
	CAM0	CAM7	CAM14	CAM21	CAM28		L	Q	C	D
C10:0 (cáprico)	0,09	0,10	0,09	0,10	0,08	<0,01	0,31	0,05	0,94	0,32
C12:0 (láurico)	0,08	0,08	0,07	0,09	0,08	<0,01	0,95	0,95	0,49	0,43
C14:0 (mirístico)	1,51	1,54	1,55	1,68	1,38	0,06	0,76	0,25	0,27	0,49
C14:1 (miristoleico)	0,26	0,28	0,27	0,27	0,37	0,02	0,13	0,32	0,26	0,90
C15:0 (pentadecanoico)	0,26	0,27	0,24	0,29	0,20	0,01	0,20	0,26	0,16	0,12
C16:0 (palmítico)	19,40	19,73	20,23	19,98	18,71	0,34	0,62	0,14	0,59	0,91
C16:1 (palmitoleico)	1,18	0,92	0,87	0,80	0,69	0,04	<0,01	0,18	0,15	0,60
C18:0 (esteárico)	13,77	15,02	15,81	16,76	15,14	0,34	0,04	0,03	0,31	0,54
C18:1 <i>n</i> -9 (oleico)	34,01	27,86	28,73	25,20	22,35	0,72	<0,01	0,58	0,06	0,06
C18:1 <i>trans</i> -11 (vacênico)	4,22	6,94	6,36	8,68	5,64	0,37	0,02	<0,01	0,27	0,06
C18:2 <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 (rumênico)	0,47	0,43	0,39	0,41	0,43	0,03	0,67	0,50	0,98	0,78
C18:2 <i>n</i> -6 (linoleico)	6,13	7,90	8,01	7,92	11,10	0,97	<0,01	0,42	0,08	0,79
C18:3 <i>n</i> -3 (gama linolênico)	0,07	0,08	0,05	0,10	0,08	<0,01	0,25	0,79	0,64	0,31
C18:3 <i>n</i> -3 (linolênico)	0,10	0,13	0,09	0,09	0,05	<0,01	<0,01	0,03	0,22	0,07
C22:6 <i>n</i> -3 (DHA-docosahexaenóico)	0,16	0,21	0,17	0,14	0,23	0,01	0,45	0,33	0,03	0,99
Outros ⁴	5,31	5,52	4,70	4,48	5,71	0,20	0,87	0,14	0,10	0,84
Não identificados	11,56	12,29	12,34	11,06	15,16	0,57	0,13	0,24	0,12	0,45
Cadeia curta (C4:0-C12:0)	0,17	0,20	0,18	0,19	0,16	<0,01	0,56	0,15	0,87	0,29
Cadeia média (C14:0-C16:1)	23,40	23,61	23,88	23,71	22,38	0,38	0,43	0,23	0,62	0,97
Cadeia longa (C17:0-C22:6)	64,38	63,90	63,60	64,38	63,36	0,28	0,46	0,99	0,32	0,46
CLA ⁵	0,49	0,46	0,41	0,43	0,45	0,07	0,61	0,51	0,94	0,82

Tabela 6 – Composição de ácidos graxos da gordura da carne dos cordeiros alimentados com teores crescentes de caroço de algodão moído

(conclusão)

Ácidos graxos, g/100g	Dietas Experimentais ¹					EPM ²	Efeitos ³			
	CAM0	CAM7	CAM14	CAM21	CAM28		L	Q	C	D
Saturados totais ⁶	37,03	38,67	39,72	40,59	38,40	0,60	0,26	0,11	0,53	0,78
Insaturados totais ⁶	50,93	49,04	47,93	47,03	47,37	0,33	<0,01	0,03	0,80	0,72
MUFA ⁷	40,80	37,85	37,10	35,66	30,53	0,73	<0,01	0,28	0,13	0,99
PUFA ⁸	9,21	12,08	10,83	10,65	14,74	0,04	0,02	0,47	0,04	0,84
PUFA:Saturados totais	0,25	0,31	0,27	0,26	0,38	0,02	0,04	0,24	0,03	0,87

¹CAM0: dieta sem caroço de algodão moído; CAM7: dieta com 7% de caroço de algodão moído; CAM14: dieta com 14% de caroço de algodão moído; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído; CAM28: dieta com 28% de caroço de algodão moído

²EPM = Erro padrão da média

³L = efeito linear; Q = efeito quadrático; C = efeito cúbico; D = desvio do cúbico

⁴Somatória dos seguintes ácidos graxos: C4:0, C6:0, C8:0, C11:0, C13:0, C15:1, C17:0, C17:1, C18:1, C18:2 *trans-10 cis-12*, C20:0, C20:1, C21:0, C20:2, C22:0, C20:3 *n-6*, C22:1 *n-9*, C20:4 *n-6*, C20:3 *n-3*, C23:0, C24:0, C20:5 *n-3*, C24:1 e C18:1 OH

⁵CLA = C18:2 *cis-9 tras-11* + C18:2 *trans-10 cis-12*

⁶Foram considerados o total da AG identificados

⁷MUFA = ácidos graxos monoinsaturados

⁸PUFA = ácidos graxos poliinsaturados

3.3.5 Custos com a alimentação

O valor do CA cotado no mês de julho de 2013 foi de R\$430,00, cerca de 31% do valor do farelo de soja e de 79,6% do valor do milho, os quais foram cotados em R\$1.360,00 e R\$540,00, respectivamente (Tabela 7). O valor da casca de soja foi de R\$630,00, este valor é justificado pelo alto custo com frete para a entrega na cidade de Piracicaba/SP.

Tabela 7 – Custo dos ingredientes das dietas experimentais

Ingredientes	R\$/ton	R\$/ ton de MS
Feno de "coastcross"	620,00	665,80
Farelo de Soja	1.360,00	1.505,42
Caroço de Algodão	430,00	459,20
Milho	540,00	611,97
Casca de Soja	630,00	688,37
Ureia	1.200,00	1.212,24
Mistura Mineral	1.408,00	1.422,22
Cloreto de amônio	1.650,00	1.701,21

Fonte: os valores foram obtidos através de orçamentos com entrega na cidade de Piracicaba/SP

Devido ao menor valor do CA em relação ao farelo de soja e milho, quando estes dois foram substituídos pelo CA, houve redução no custo da dieta (Tabela 8). A redução em relação à dieta CAM0 foi de 2,98, 7,46, 10,45 e 14,92% para os tratamentos CAM7, CAM14, CAM21 e CAM28, respectivamente. Como os outros ingredientes foram constantes em todos os tratamentos eles não influenciaram na diferença entre o custo das rações experimentais.

Na análise de custo (Tabela 9) foi observado efeito significativo para a interação tratamento e período para o custo expresso em R\$/animal/dia e R\$/kg de GPD ($P < 0,01$), sendo a análise desmembrada nos períodos. Para o custo expresso em R\$/animal/dia foi observado redução linear para o período 1 ($Y = 0,7 - 0,01 * CAM$, $r^2 = 0,35$) e para o período 2 ($Y = 1,0 - 0,01 * CAM$, $r^2 = 0,47$), assim como o custo no período do confinamento ($Y = 46,9 - 0,7 * CAM$, $r^2 = 0,44$) sendo este efeito fortemente influenciado pela redução no preço das dietas com a adição do CA.

Entretanto, quando analisado o custo expresso em R\$/kg de GPD, foi observado efeito linear crescente para o período 1 ($Y = 2,0 + 0,02 * CAM$, $r^2 = 0,17$) e efeito quadrático para o período 2 ($Y = 3,1 - 0,1 * CAM + 0,001 * CAM^2$, $r^2 = 0,26$), este efeito no custo expresso em R\$/kg de GPD foi influenciado pelo EA dos animais, que no primeiro período apresentou redução linear (Tabela 2) o que aumentou o custo por kg de GPD enquanto que no segundo período foi observado adaptação dos

animais ao CAM e a eficiência passou a ter efeito quadrático (Tabela 2) o que alterou o efeito no custo neste período. Em relação ao custo para produzir a carcaça (R\$/kg de carcaça) não foi observado efeito, sendo que esta análise é de grande importância pois na maioria dos casos o produtor irá receber em função do peso de carcaça e não peso corporal.

Tabela 8 – Custo dos ingredientes e das rações experimentais

Ingredientes	Dietas Experimentais ¹				
	CA0	CA7	CA14	CA21	CA28
	R\$/kg	R\$/kg	R\$/kg	R\$/kg	R\$/kg
Feno de “coastcross”	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Farelo de soja	0,15	0,13	0,10	0,07	0,04
Caroço de algodão	-	0,03	0,06	0,09	0,12
Milho	0,36	0,33	0,31	0,28	0,25
Casca de soja	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Ureia	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mistura mineral	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Cloreto de amônia	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	0,67	0,65	0,62	0,60	0,57

¹ CA0: dieta sem caroço de algodão; CA7: dieta com 7% de caroço de algodão; CA14: dieta com 14% de caroço de algodão; CA21: dieta com 21% de caroço de algodão; CA28: dieta com 28% de caroço de algodão

O custo com a alimentação ao longo do período do confinamento apresentou redução linear, analisando os dados de desempenho, onde o GPD dos animais entre o tratamento CAM0 e CAM14 foram numericamente muito parecidos e visto a redução de 13% no custo durante o período de confinamento é justificável a utilização do CAM até a inclusão de 13% visto que o desempenho foi ligeiramente afetado negativamente porém o custo no confinamento apresentou uma redução considerável. Inclusões acima deste teor, apensar de reduzir o custo com a alimentação não são indicados pois o desempenho animal passa a ser fortemente prejudicado sendo necessário maior tempo dos animais no confinamento para que atinjam o mesmo peso corporal ao abate aumentando o número de dias no confinamento e portanto os custos de diária como mão-de-obra.

Tabela 9 – Custo com alimentação dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Item ⁴	Dietas Experimentais ¹					EPM ²	Efeito ³					
	CAM0	CAM7	CAM14	CAM21	CAM28		L	Q	C	D	Per	Trat *Per
CMS, kg/dia	1,24	1,12	1,16	1,02	0,83	-	-	-	-	-	-	-
GPD, kg/dia	0,34	0,29	0,33	0,28	0,19	-	-	-	-	-	-	-
CA, kg MS/kg ganho	3,6	3,9	3,4	3,6	4,4	-	-	-	-	-	-	-
RCQ, %	50,7	50,8	49,1	48,8	49,6	-	-	-	-	-	-	-
PC, dias	56	56	56	56	56	-	-	-	-	-	-	-
R\$/kg de MN	0,67	0,65	0,62	0,60	0,57	-	-	-	-	-	-	-
Custo												
R\$/animal/dia	0,83	0,72	0,72	0,61	0,48	0,02	<0,01	0,18	0,33	0,37	<0,01	<0,01
P1 R\$/animal/dia	0,68	0,62	0,59	0,48	0,41	0,03	<0,01	0,41	0,87	0,45	-	-
P2 R\$/animal/dia	0,98	0,83	0,85	0,74	0,54	0,04	<0,01	0,10	0,07	0,36	-	-
R\$/kg de GPD	2,48	2,55	2,15	2,29	2,55	0,06	0,58	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01
P1 R\$/kg de GPD	1,94	2,29	2,00	2,29	2,60	0,13	<0,01	0,32	0,13	0,12	-	-
P2 R\$/kg de GPD	3,03	2,81	2,36	2,30	2,53	0,10	<0,01	<0,01	0,13	0,44	-	-
R\$/kg de carcaça	5,11	5,17	4,67	4,98	5,09	0,11	0,65	0,12	0,47	0,07	-	-
R\$ no confinamento	46,60	40,60	40,57	34,17	26,79	1,47	<0,01	0,22	0,27	0,29	-	-

¹ CA0: dieta sem caroço de algodão moído; CA7: dieta com 7% de caroço de algodão moído; CA14: dieta com 14% de caroço de algodão moído; CA21: dieta com 21% de caroço de algodão moído; CA28: dieta com 28% de caroço de algodão moído

² EPM = Erro padrão da média

³ L = efeito linear; Q = efeito quadrático; C = efeito cúbico; D = desvio do cúbico; Per = efeito de período; Trat*Per = Tratamentos x Período

⁴ CMS = consumo de matéria seca; GPD = ganho médio diário; CA = conversão alimentar; RCQ = rendimento de carcaça; PC = período de confinamento; Custo (R\$/animal/dia) = (R\$/kg de MS)*(CMS); Custo (R\$/kg de GPD) = (CA)*(R\$/kg de MS); Custo (R\$/kg de carcaça) = ((R\$/kg de GPD)/(RCQ))*100 ; Custo (R\$ no confinamento) = (R\$/animal/dia)*(PC)

3.4 Conclusões

A inclusão de CAM afetou negativamente o desempenho dos cordeiros porém, o tratamento CAM14 foi muito similar ao CAM0, sendo este fato refletido na análise de custo, a qual sugere que a utilização de 14% de CAM pode favorecer economicamente a terminação de cordeiros em confinamento.

Na avaliação do comportamento ingestivo foi observado que o CAM possui baixa capacidade de estimular a ruminação quando comparado ao feno de “coastcross”.

As variações observadas nas características de carcaça foram decorrentes da diferença no peso de abate dos animais.

Referências

- ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1447-1462, 1997.
- 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**, Champaign, v. 86, p. 3511-3521, 2008.
- ARIELI, A. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Apopka, v. 72, p. 97-110, 1998.
- ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. *Journal of Dairy Science*, v. 80, n. 7, p. 1416-1425, 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, 1990. 1117 p.
- _____. **Official methods of analysis**. 16th ed. Gaithersburg, 1997. 1141 p.
- BAUMAN, D.E.; PERFIELD II, J.W.; DE VETH, M.J.; LOCK, A.L. New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 2003, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca, 2003. p. 175-189.
- BRESSAN, M.C.; PRADO, O.V.; PÉREZ, J.R.O.; LEMOS, A.L.S.C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 293-303, 2001.

- 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 values for sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 149-169, 2004.
- CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba: Agropecuária Tropical, 2007. 232 p.
- COSTA, Q.P.B.; WECHSLER, F.S.; COSTA, D.P.B.; POLIZEL NETO, A.; ROÇA, R.O.; BRITO, T.P. Desempenho e características da carcaça de bovinos alimentados com dietas com caroço de algodão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 3, p. 729-735, 2011.
- CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1103-1111, 2008.
- JAKOBSEN, K. Dietary modifications of animal fats: status and future perspectives. **Lipid/Fett**, Weinheim, v. 101, n. 12, p. 475-483, 1999.
- JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 12, p. 3851-3863, 1993.
- LUGINBUHL, J.M.; POORE, M.H.; CONRAD, A.P. Effect of level of whole cottonseed on intake, digestibility, and performance of growing male goats fed hay-based diets. **Journal of Animal Science**, Champanig, v. 78, p. 1677-1683, 2000.
- MADRUGA, M.S.; VIEIRA, T.R.L.; CUNHA, M.G.G.; PEREIRA FILHO, J.M.; QUEIROGA, R.C.R.E.; SOUSA, W.H. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 8, p. 1496-1502, 2008;
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington: National Academic Press, 2000. 314 p.
- PALMQUIST, D.L.; WEISBJERG, M.R.; HVELPLUND T. Ruminant, intestinal, and total digestibilities of nutrients in cows fed diets high in fat and undegradable protein. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 5, p. 1353–1364, 1993.
- PIRES, A.V.; SUSIN, I.; SIMAS, J.M.C. Substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar e caroço de algodão nos parâmetros ruminais, síntese de proteína microbiana e utilização dos nutrientes em vacas lactantes. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania, v. 9, p. 50-58, 2008.
- SAS INSTITUTE. **SAS systems for windows**: version 8. Cary, 1999.
- SAINZ, R.D. Qualidade das carcaças e da carne ovina e caprina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Viçosa: SBZ, 1996. p. 3-14.

SLATER, A.L.; EASTRIDGE, M.L.; FIRKINS, J.L.; BIDINGER, L.J. Effects of starch source and level of forage neutral detergent fiber on performance by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 313-321, 2000.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for extraction fiber: neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VIEIRA, T.R.L.; CUNHA, M.G.G; GARRUTTI, D.S.; DUARTE, T.F.; FÉLEX, S.S.S.; PEREIRA FILHO, J.M.; MADRUGA, M.S. Propriedades físicas e sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês terminados em dietas com diferentes níveis de caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 372-377, 2010.

WEIDNER, S.J.; GRANT, R.J. Soyhulls as a replacement for forage fiber in diets for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 2, p. 513-521, 1994.

4 DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES, METABOLISMO DO NITROGÊNIO E PARÂMETROS RUMINAIS DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CAROÇO DE ALGODÃO MOÍDO

Resumo

Cinco macho inteiros, Dorper x Santa Inês ($45,2 \pm 0,8$ kg no início do experimento), canulados no rúmen, foram distribuídos em delineamento experimental quadrado latino 5x5 para avaliar os efeitos da inclusão de caroço de algodão moído na digestibilidade das dietas, metabolismo de nitrogênio e parâmetros ruminais. Cada período experimental foi de 22 dias, sendo 17 dias de adaptação e 5 dias para a colheita de amostras. As dietas experimentais foram isonitrogenadas (15% PB) e compostas por 90% de concentrado e 10% de feno de "coastcross". Os teores de caroço de algodão moído (CAM) foram: 0, 7, 14, 21 ou 28% da MS. As dietas foram oferecidas *ad libitum* e diariamente controladas de acordo com leitura de cocho no período de adaptação. No período de colheita de amostras foram coletadas fezes e urina por 4 dias consecutivos e no quinto dia realizado a colheita de conteúdo ruminal a cada duas horas, iniciando antes da oferta da dieta por um período de 12 horas. Foi determinado a digestibilidade aparente dos nutrientes, a concentração dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), pH, nitrogênio amoniacal e balanço de nitrogênio. A digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e carboidratos não fibrosos (CNF) apresentaram redução linear. Entretanto, a digestibilidade do EE apresentou efeito quadrático e a FDN não foi afetada. Houve efeito quadrático para AGCC totais e propionato, redução linear no acetato e aumento linear do pH ruminal. O nitrogênio amoniacal não foi afetado. Apesar da redução na digestibilidade o metabolismo animal não foi fortemente influenciado pela inclusão do CAM.

Palavras-chave: AGCC; Nitrogênio amoniacal; pH ruminal

Abstract

Five ram lambs, Dorper x Santa Inês (45.2 ± 0.8 kg at the beginning of the trial), cannulated in the rumen, were distributed in a 5x5 Latin square design to determine the effects of adding cottonseed in the diet digestibility, nitrogen metabolism and rumen constituents. Each experimental period lasted 22 days, 17 days for adaptation and 5 days for sampling. Diets were isonitrogenous (15% CP) and composed of 90% concentrate and 10% coastcross hay. The levels of linted ground cottonseed (GCS) were 0, 7, 14, 21 or 28% DM. Diets were fed daily *ad libitum* and controlled according to the intake in the adaptation period. On the last day of sampling, the rumen content was sampled every two hours, starting before feeding and 2, 4, 6, 8, 10 and 12 hours after feeding. It was determined the apparent digestibility of nutrients, the short chain fatty acids (SCFA), pH, ammonia nitrogen and nitrogen metabolism. The digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP) and non-fiber carbohydrates (NFC) decrease linearly. However, the digestibility of EE had a quadratic effect and NDF was not affected. There was a quadratic effect for total SCFA and propionate, and a linear decrease for acetate. Ruminal pH increased linearly. Ammonia nitrogen was not affected. Despite the

reduction in digestibility animal metabolism was not strongly influenced by the inclusion of GCS.

Keywords: SCFA; Ammonia nitrogen; Ruminal pH

4.1 Introdução

A principal fonte de energia disponível para os ruminantes é oriundo dos AGCC produzidos pelos microrganismos ruminais e uma importante fonte de proteína metabolizável é a proteína microbiana, ou seja, o desempenho animal é altamente dependente da população microbiana ruminal, sendo que esta é afetada diretamente pelas características nutricionais da dieta ingerida pelos animais. Estudar o ambiente ruminal e produção de AGCC no rúmen é um importante aspecto para avaliar novos ingredientes, pois através destes dados podemos melhor entender o desempenho animal ao receber determinado ingrediente na ração.

Em dietas com alto teor de concentrado, é comum ser observado altos níveis de carboidratos degradáveis no rúmen e baixo níveis de FDN. Nestas condições é observado redução na ingestão de alimentos devido às altas taxas de fermentação, produção de AGCC e redução no pH ruminal (RICHARDSON; WILKINSON; SINCLAIR, 2003), o que pode ocasionar alguns distúrbios metabólicos como a acidose. Portanto, adicionar ingredientes que possam aumentar a FDN da dieta mantendo a PB e a EM da dieta pode permitir melhor ambiente ruminal e evitar reduções na ingestão de MS e problemas metabólicos proporcionando melhor desempenho produtivo.

Outra característica importante é o teor de lipídeos na dieta, o qual afeta diretamente o padrão de fermentação ruminal alterando principalmente a digestibilidade de fibra (PALMQUIST; JENKINS, 1980) e a exigência em proteína não degradável no rúmen (PALMQUIST; WEISBJERG; HVELPLUND, 1993) devido a redução na disponibilidade de energia para síntese de proteína microbiana.

Ao substituir o milho e o farelo de soja é possível mantermos os valores de PB e EM da dieta, entretanto, os valores de FDN e EE necessariamente são aumentados, uma vez que o CA é rico nestes nutrientes. Com isso o objetivo deste experimento foi de avaliar a digestibilidade aparente no trato total, produção de AGCC, balanço de nitrogênio, pH e amônia ruminal em dietas com substituição parcial do milho e farelo de soja por CAM.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Local, animais e instalações experimentais

O projeto foi desenvolvido no Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC), do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ). O município de Piracicaba está situado na latitude 22°43'31" S e longitude 47°38'57" W, a uma altitude de 547 metros.

Foram utilizados 5 borregos Dorper x Santa Inês, fistulados no rúmen, com $45,2 \pm 0,8$ kg de peso coporal e 7 meses de idade no início do experimento. Para a condução do experimento os animais foram alojados em duas instalações, de acordo com a fase do experimento. Para o período de adaptação os animais foram alojados individualmente em confinamento no sistema “tie-stall”, providos de cocho individual e bebedouros, em piso ripado. Durante o período de colheita de dados os animais foram mantidos em gaiolas metálicas, para ensaio de metabolismo, com dimensões de 1,30 x 0,55 m, providas de cocho, bebedouro e sistema para colheita de fezes e urina separadamente.

4.2.2 Delineamento experimental, dietas e manejo alimentar

O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino 5x5, sendo que cada período experimental foi composto por 22 dias, sendo 17 dias de adaptação dos animais às dietas e 5 dias para a colheita de amostras.

As dietas experimentais foram definidas pelo aumento nos teores de CAM e formuladas com o auxílio do programa “Small Ruminant Nutrition System 6.0”. As dietas foram isonitrogenadas, constituídas de 10% de volumoso (feno de “coastcross”) e 90% de concentrado na MS. Os tratamentos utilizados foram: CAM0 – sem adição de caroço de algodão moído; CAM7 – adição de 7% de caroço de algodão moído; CAM14 – adição de 14% de caroço de algodão moído; CAM21 – adição de 21% de caroço de algodão moído e CAM28 - adição de 28% de caroço de algodão moído.

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2007) para cordeiros na fase de crescimento (Tabela 10).

Tabela 10 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais, % na MS

Item	Dieta Experimentais ¹				
	CAM0	CAM7	CAM14	CAM21	CAM28
Ingredientes					
Feno "coastcross"	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Farelo de soja	11,5	9,5	7,3	5,2	3,0
Caroço de Algodão	-	7,0	14,0	21,0	28,0
Milho moído	65,5	60,5	55,7	50,8	46,0
Casca de Soja	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Ureia	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mistura mineral ²	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Cloreto de amônio	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Composição química					
Matéria seca (% da MN)	87,1	88,0	88,4	88,7	88,6
Cinzas	4,2	4,1	4,4	4,4	4,0
Extrato etéreo	2,8	4,1	5,0	5,9	7,0
Proteína bruta	15,9	15,1	14,8	14,7	15,3
Fibra insolúvel em detergente neutro	20,4	23,0	25,0	28,5	31,4
Carboidratos não fibrosos	56,7	53,7	50,8	46,5	42,3
Energia metabolizável, Mcal/kg de MS ³	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6

¹CAM0: dieta sem caroço de algodão moído; CAM7: dieta com 7% de caroço de algodão moído; CAM14: dieta com 14% de caroço de algodão moído; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído; CAM28: dieta com 28% de caroço de algodão moído

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

³ Estimada usando o *Small Ruminant Nutrition System*, v. 1.8.6 (CANNAS et al., 2004)

O milho, o feno de "coastcross" e a casca de soja foram grosseiramente moídos utilizando-se um moedor (Nogueira[®] DPM – 4, Itapira, Brasil) com peneira grossa e misturados ao farelo de soja, ureia, calcário, mistura mineral e a monensina sódica (Elanco do Brasil, São Paulo, Brasil) utilizando-se um misturador horizontal com capacidade para 500 kg (Lucato[®], Limeira, Brasil). A monensina sódica foi adicionada na proporção de 25 mg/kg de matéria natural. O CA foi moído no mesmo moedor citado acima e adicionado à dieta no momento do fornecimento. A dieta foi pesada individualmente para cada animal em balança eletrônica de precisão de 1 g (Marte[®], LC 100, São Paulo, Brasil) e ofertada diariamente no período da manhã. Os animais tiveram acesso *ad libitum* à dieta e água fresca.

Nos períodos de adaptação (1^o – 17^o dia) a quantidade de ração ofertada foi definida com base na leitura de cocho realizada antes do fornecimento e as sobras pesadas uma vez por semana para controle da ingestão de matéria seca (IMS) dos animais. No período de colheita de amostra (18^o - 22^o dia) a oferta e a sobra foram

pesadas diariamente para obter a IMS do dia de colheita. Nesse período também foram realizadas colheitas totais de fezes e urina para os cálculos de digestibilidade aparente no trato total e balanço de nitrogênio.

No último dia do período de colheita de amostras (22^o dia) foram realizadas as colheitas de líquido ruminal para as avaliações dos parâmetros ruminais.

4.2.3 Parâmetros ruminais

As amostras de conteúdo ruminal foram obtidas no último dia de colheita de amostras (22^o dia), com intervalos de duas horas entre cada colheita. Os horários de colheita tiveram como início o momento da alimentação, sendo a hora zero o momento antes da oferta de alimento e 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas pós-fornecimento do alimento. As amostras de conteúdo ruminal foram colhidas em quatro regiões distintas da cavidade, sendo depois filtradas em tecidos de nylon. Cada amostra teve, aproximadamente, 200 mL de fluido ruminal filtrado, utilizados na determinação imediata do pH de cada amostra, por meio de medidor digital de pH.

Em seguida, uma alíquota de 50 mL do fluido foi conservada em dois frascos a -18^o C para posterior determinação dos AGCCs e N-NH₃.

4.2.4 Cálculos de digestibilidade aparente dos nutrientes e balanço de nitrogênio

As colheitas totais de fezes e urina foram realizadas nos períodos de colheita de amostras (18^o - 21^o dia). As colheitas de fezes foram feitas através de um arreio colocado na animal, no qual as fezes ficavam em uma bolsa na parte posterior do mesmo. As colheitas foram realizadas duas vezes ao dia, uma na parte da tarde e outra antes do fornecimento da dieta do dia seguinte, assim concluindo o período de 24 horas. A primeira colheita de fezes era feita apenas para esvaziar a bolsa do arreio, sendo as fezes armazenadas em sacos plásticos individuais. Na segunda colheita, as fezes que estavam no saco plástico e no arreio eram homogeneizadas e pesadas em balança eletrônica de precisão de 1 g (Marte[®], LC 100, São Paulo, Brasil). Os valores de digestibilidade aparente dos nutrientes foram calculados como a diferença entre o teor do nutriente no alimento e nas fezes.

A colheita total de urina foi realizada uma vez por dia, sempre antes da oferta de alimento. A urina foi colhida em recipientes plásticos contendo solução de ácido clorídrico a 50%, a fim de manter o pH da urina abaixo de 3 e prevenir a volatilização

do nitrogênio. O total colhido foi pesado e homogeneizado, sendo em seguida filtrado em gaze de algodão.

Alíquotas de 10% do total de fezes e urina produzidos diariamente foram compostas por animal e período e armazenadas em câmara fria à -18°C para posterior análise bromatológica.

O balanço de nitrogênio foi calculado através das fórmulas abaixo apresentadas:

$$\text{Nitrogênio absorvido (g/d)} = \text{N consumido} - \text{N fecal}$$

$$\text{Nitrogênio retido (g/d)} = \text{N absorvido} - \text{N urinário}$$

$$\text{Balanço de N (\% N absorvido)} = (\text{N retido}/\text{N absorvido}) * 100$$

$$\text{Balanço de N (\% N ingerido)} = (\text{N retido}/\text{N ingerido}) * 100$$

4.2.5 Análises laboratoriais

As amostras de fezes foram descongeladas e secas em estufa de ventilação forçada (Marconi, Piracicaba, Brasil) a 65 °C por 72 horas. Antes de serem colocadas na estufa e após a pré-secagem as amostras foram pesadas em balança de precisão para determinação da MS parcial. Em seguida as mesmas foram moídas em moinho do tipo Wiley (Marconi, Piracicaba, Brasil) com peneiras com crivos de 1,0 mm. As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia e no Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal da ESALQ - USP. As determinações de MS, MM e EE foram realizadas de acordo com a AOAC (1990). Para a determinação do EE nas fezes foi utilizado éter acidificado com ácido acético 19% para remover os sais de ácidos graxos (MATTOS; PALMQUIST, 1974). A concentração de PB foi realizada através da determinação de N através da combustão da amostra utilizando um aparelho Leco FP528 (Leco Corporation, St. Joseph, MI), conforme a AOAC (1997) e a determinação de FDN foi realizada segundo Van Soest, Robertson e Lewis (1991), utilizando α -amilase termoestável e sulfito de sódio, em um aparelho Ankom 200 (Ankom Tech. Corp., Fairport, NY). A MO foi calculada pela diferença entre a MS e MM. A determinação de nitrogênio na urina foi realizada através de macro Kjeldahl segundo a AOAC (1990). Nas amostras de oferta e sobra de alimentos as análises procederam da mesma maneira que nas fezes porém sem a pré secagem do material, uma vez que o teor de umidade dessas amostras já são baixos.

As análises de N-NH₃ foram realizadas segundo o método calorimétrico descrito por Chaney e Marbach (1962) e adaptado para ser usado em placas de microtítulo com posterior leitura em aparelho do tipo “ELISA READER” (absorbância de 550 nm), apresentando-se os dados em mg/dL.

A determinação de AGCC foi realizada no Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal do Departamento de Zootecnia da ESALQ – USP, onde após o descongelamento das amostras de líquido ruminal, foi coletado 1,6mL e adicionado 0,4mL de solução 3:1 de ácido metafosfórico 25% com ácido fórmico 98-100% e 0,2mL de solução de ácido 2-etil-butírico 100mM (padrão interno) e então centrifugadas (11.000g) a 4° C, durante 20 minutos. A análise foi realizada em cromatógrafo gasoso (CG HP 7890A; Injetor HP 7683B, Agilent Technologies) equipado com coluna capilar HP-FFAP (19091F-112; 25m; 0,32 mm; 0,50 µm; J & W Agilent Technologies) de acordo com os procedimentos descritos por Ferreira (2011).

4.2.6 Análises estatísticas

Antes de se determinar se houve efeito nas variáveis analisadas verificou-se a presença de “outliers” no conjunto de dados. Foram considerados “outliers” os dados que apresentaram valor de observação extrema superior a 3 ou inferior a -3. Foi analisada a normalidade dos resíduos através do teste de Shapiro-Wilk, quando a variável não apresentava normalidade ($P > 0,05$) a variável foi transformada para atender esta premissa estatística. A homogeneidade das variâncias foi observada através do teste de Levene. Todos os dados apresentados estão em suas unidades originais, mesmo que tenha sido necessária a transformação para a análise estatística.

As variáveis de digestibilidade e balanço de nitrogênio foram analisadas seguindo o modelo estatístico: $Y = \mu + A_i + T_j + P_l + E_{ijl}$, onde μ = média geral, A_i = efeito de animal ($i = 1$ a 5), T_j = efeito de tratamento ($j = 1$ a 5), P_l = efeito de período ($l = 1$ a 5) e E_{ijl} = erro residual. Foi aplicado teste de polinômios ortogonais (linear, quadrático, cúbico e desvio do cúbico).

Para as variáveis de parâmetros ruminais as análises seguiram de acordo com o modelo: $Y = \mu + A_i + T_j + K + T_j * K + P_l + E_{ijkl}$, onde μ = média geral, A_i = efeito de animal ($i = 1$ a 5), T_j = efeito de tratamento ($j = 1$ a 5), K = Efeito de horas após a alimentação, $T_j * K$ = efeito de interação entre tratamento e horas após a alimentação,

P_l = efeito de período ($l = 1$ a 5) e E_{ijkl} = erro residual. Foi aplicado o teste de polinômios ortogonais (linear, quadrático, cúbico e desvio do cúbico). Para este teste foi utilizada a matriz que melhor se adequa a cada variável, sendo o critério de seleção de matriz a qual apresentou menor valor de “fit statistic” no parâmetro AIC.

Os dados foram analisados através do procedimento MIXED do programa estatístico SAS (1999) e considerado efeito significativo quando $P < 0,05$.

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Digestibilidade aparente dos nutrientes no trato total

Na avaliação de ingestão de nutrientes (Tabela 11) foi observado redução linear para a CMS ($Y = 1343,0 - 9,6 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,24$), tendo como consequência redução na CMO ($Y = 1286,4 - 0,2 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,24$) e IPB ($Y = 207,7 - 1,8 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,34$) uma vez que as dietas possuíam valores muito próximos para estes nutrientes (Tabela 10). Este efeito foi observado na avaliação de desempenho dos cordeiros alimentados com CAM (Capítulo 3), confirmando o efeito de redução no CMS com a adição de CAM, sendo que esta redução pode ser explicada pelo aumento de FDN nas dietas (Tabela 10). De acordo com Arieli (1998), alguns dos fatores que podem reduzir a ingestão de dietas contendo CA são os elevados teores de lipídeos e a degradabilidade da PB.

O CEE apresentou efeito quadrático ($Y = 37,2 + 2,5 \cdot \text{CAM} - 0,05 \cdot \text{CAM}^2$, $r^2 = 0,67$), esse efeito é explicado pelo aumento na porcentagem de EE nas dietas (Tabela 10) e a redução no CMS (Tabela 11), a qual foi suficiente para reduzir o CEE a partir da inclusão de 25% de CAM, de acordo com a equação de regressão.

O CFDN apresentou aumento linear ($Y = 276,8 + 2,1 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,17$), uma vez que houve aumento expressivo na FDN da dieta conforme a substituição de

Tabela 11 – Ingestão e digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestivo total dos borregos alimentados com as dietas experimentais

Item ⁴	Dietas Experimentais ¹					EPM ²	Efeito ³			
	CAM0	CAM7	CAM14	CAM21	CAM28		L	Q	C	D
Consumo, g/dia										
MS	1285,7	1321,7	1224,9	1198,3	1010,1	39,59	<0,01	0,06	0,85	0,29
MO	1231,4	1268,1	1171,4	1146,0	969,5	37,86	<0,01	0,06	0,90	0,28
PB	204,7	199,2	181,0	175,9	154,8	6,12	<0,01	0,51	0,88	0,37
EE	36,8	54,3	60,9	71,2	70,6	3,14	<0,01	0,01	0,99	0,24
FDN	262,6	303,6	306,5	342,0	317,4	10,25	<0,01	0,07	0,61	0,17
CNF	727,3	711,0	622,9	556,9	426,8	31,93	<0,01	0,03	0,91	0,36
Digestibilidade, %										
MS	80,7	77,3	79,2	76,2	74,7	0,89	0,01	0,84	0,40	0,16
MO	82,3	78,8	80,8	77,7	76,2	0,91	0,01	0,82	0,43	0,17
PB	81,4	80,9	81,8	79,3	79,7	0,28	<0,01	0,97	0,32	0,07
EE	89,7	93,3	94,4	95,0	93,7	0,61	0,03	0,04	0,85	0,76
FDN	57,4	56,0	57,4	55,4	56,0	0,47	0,21	0,87	0,96	0,07
CNF	89,4	82,6	84,0	78,8	80,7	1,41	<0,01	0,11	0,81	0,07

¹CAM0: dieta sem caroço de algodão moído; CAM7: dieta com 7% de caroço de algodão moído; CAM14: dieta com 14% de caroço de algodão moído; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído; CAM28: dieta com 28% de caroço de algodão moído

²EPM = Erro padrão da média

³L = efeito linear; Q = efeito quadrático; C = efeito cúbico; D = desvio do cúbico

⁴MN = matéria natural; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; CNF = carboidratos não fibrosos (CNF = 100 – (%PB + %MM + %FDN + %EE))

milho e farelo de soja por CAM (Tabela 10), sendo que a redução no CMS não foi suficiente para afetar a CFDN. No experimento de desempenho (capítulo 3), mesmo com o aumento do teor de FDN na dieta, não foi observado aumento no CFDN como neste caso. A divergência entre os resultados deve-se a intensidade de redução no CMS entre os dois experimentos, sendo que no experimento de desempenho a redução no CMS foi mais drástica.

Na avaliação da digestibilidade aparente de nutrientes no trato total (Tabela 11) foi observado redução linear para a DMS ($Y = 80,2 - 0,2 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,18$) e DMO ($Y = 81,8 - 0,2 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,18$) esta redução foi causada pela redução na DPB ($Y = 81,5 - 0,1 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,27$), a qual pode ser explicada pela fonte de PB da dieta. Na dieta controle a principal fonte de PB foi o farelo de soja o qual foi substituído por CAM de acordo com o tratamento, promovendo efeito negativo na DPB, sugerindo que o farelo de soja seja uma fonte de maior digestibilidade da proteína que o CAM, efeito similar foi obtido por Pires et al. (1997) onde foi encontrado redução na DPB com a inclusão de CA na dieta de vacas Holandesas.

A DEE apresentou efeito quadrático ($Y = 89,8 + 0,6 \cdot \text{CAM} - 0,01 \cdot \text{CAM}^2$, $r^2 = 0,38$), segundo a equação de regressão o valor de substituição com maior DEE é de 18,7%, onde a dieta possui cerca de 6% de EE. Entretanto, de acordo com Doreau e Ferlay (1994), em dietas sem adição de lipídeos, o fluxo de ácidos graxos para o duodeno pode ser muito maior que a ingestão de ácidos graxos devido à síntese destes compostos no rúmen e portanto a digestibilidade aparente do trato total é subestimada. A DCNF apresentou redução linear ($Y = 87,4 - 0,4 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,29$), esse efeito era esperado devido à substituição do milho, ingrediente rico em amido rapidamente fermentável no rúmen, pelo CAM, o que explica a redução na DMS.

Era esperado uma redução na DFDN devido ao aumento no teor de EE na dieta, porém não foi observado efeito da inclusão do CAM na DFDN. Arieli (1998) ressaltou o alto potencial de digestibilidade da fibra do caroço de algodão, entretanto, o efeito do EE na dieta pode ter limitado esse potencial, fazendo com que ao final, a alta digestibilidade da FDN do caroço de algodão e o aumento no teor de EE da dieta exerceram funções opostas resultando na manutenção da DFDN entre os tratamentos. Ferreira (2011), avaliou a adição de óleo em dietas contendo 10% de volumoso e também não encontrou efeito na DFDN, e ressaltou que dependendo da fonte, não necessariamente é observado redução na DFDN com a adição de pequenas quantidade de óleo na dieta.

4.3.2 Parâmetros ruminiais

De acordo com Bergman (1990) as propriedades nutricionais das dietas são capazes de gerar diferentes produtos finais da fermentação, uma vez que pode afetar a atividade metabólica dos microrganismos através do fornecimento de diferentes substratos, influenciando desta maneira a quantidade e a natureza desses produtos. Nas dietas experimentais os principais nutrientes alterados com a substituição do milho e do farelo de soja por CAM foram a FDN e o EE (Tabela 10). Entretanto, apesar de manter a proteína bruta e a energia da dieta entre os tratamentos alterou-se a fonte destas, o que pode ter reflexo na produção de AGCC. Na avaliação de parâmetros ruminiais (Tabela 12) foi observado efeito quadrático na produção total de AGCC ($Y = 90,1 + 1,1 \cdot \text{CAM} - 0,1 \cdot \text{CAM}^2$, $r^2 = 0,09$), sugerindo a máxima produção de AGCC com 9,6% de CAM.

Ao analisar individualmente os AGCC foi observado redução linear para o acetato ($Y = 50,9 - 0,4 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,07$) e efeito quadrático para o propionato ($Y = 35,2 + 0,4 \cdot \text{CAM} - 0,02 \cdot \text{CAM}^2$, $r^2 = 0,09$). De acordo com os dados obtidos para acetato e propionato foi possível concluir que o CAM reduz acetato e promove aumento de propionato com a inclusão de até 10,7% de CAM. Este fato não era esperado, uma vez que, com a inclusão do CAM aumentou a FDN da dieta a qual, normalmente, favorece a produção de acetato. Este efeito esperado da FDN é observado quando existe alta efetividade da FDN favorecendo a manutenção do pH e com isso a atividade das bactérias celulolíticas e fibrolíticas, como ocorre quando utilizada FDN oriundo de forragens. Entretanto, a FDN oriunda do CAM apresentou baixa capacidade de estimular a ruminação, uma vez que, na avaliação de comportamento ingestivo não foi observado aumento na ruminação dos animais com a adição de CAM (Tabela 3).

O aumento no propionato ocorreu até o teor de 14% de CAM, após este tratamento inicia-se a redução deste AGCC, a principal explicação para este fator é que a partir da inclusão de 14% de CAM reduziu-se consideravelmente o milho da dieta, o qual é o principal precursor de propionato nas dietas experimentais.

Estes dados de AGCC ajudam a explicar o desempenho observado no primeiro experimento (Capítulo 3), onde os animais do tratamento CAM14 apresentaram GPD com valor próximo ao tratamento CAM0, mesmo com menor CMS, sendo que no segundo período de confinamento os animais do tratamento CAM14 apresentaram melhor EA. A produção de AGCC ajuda a explicar este fato,

uma vez que, foi a maior produção de propionato com a inclusão de 14% de CAM favoreceu o ganho de energia para o animal resultando em melhor EA.

Com o aumento da FDN na dieta era esperado alteração na relação entre o acetato e propionato, porém, apesar de ter sido encontrado efeitos significativos para o acetato e propionato a relação entre estes AGCC não apresentou diferenças, com relação média entre os tratamentos de 1,5. Este baixo valor para a relação entre C2/C3 pode ser justificada pela relação entre concentrado:volumoso que foi de 90:10 (Tabela 10). Uma das possíveis causas deste comportamento na produção de AGCC é o aumento de EE nas dietas conforme adicionou-se o CAM. De acordo com Shaw e Ensor (1959), dietas ricas em gordura, em particular ácidos graxos insaturados, apresentam efeito tóxico para os microrganismos ruminais e podem causar reduções na relação entre acetato e propionato. Para os demais AGCC analisados apenas o isovalerato apresentou aumento linear ($Y = 0,7 + 0,02 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,16$). Os AGCC butirato, isobutirato e valerato não apresentaram efeito diferenças.

A ausência de efeito nos ácidos butirato, isobutirato e valerato devem-se ao fato da menor proporção molar na produção destes ácidos graxos, sendo que as alterações nas dietas conforme a inclusão do CAM não foi capaz de alterar a produção destes AGCC.

Tabela 12 – Concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), amônia e pH ruminal dos borregos alimentados com teores crescentes de caroço de algodão moído

Item	Dietas Experimentais ¹					EPM ²	Efeito ³					
	CAM0	CAM7	CAM14	CAM21	CAM28		L	Q	C	D	Trat*Hora	
AGCC, mM												
Total	90,5	95,7	96,5	83,4	71,7	2,35	<0,01	0,03	0,78	0,40	0,92	
Acetato (C2)	47,4	50,4	47,8	43,3	38,4	1,08	0,04	0,16	0,59	0,96	0,85	
Propionato (C3)	35,1	34,5	36,4	31,4	24,7	1,11	0,01	0,05	0,61	0,43	0,73	
Isobutirato	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,01	0,07	0,16	0,85	0,21	0,58	
Butirato	5,7	8,3	9,0	6,1	6,1	0,33	0,90	0,15	0,25	0,92	0,55	
Isovalerato	0,5	1,1	1,0	1,2	1,2	0,04	0,02	0,17	0,44	0,19	0,07	
Valerato	1,6	1,2	2,0	1,0	0,9	0,11	0,15	0,57	0,71	0,20	0,84	
Relação C2/C3	1,3	1,6	1,4	1,4	1,6	0,05	0,32	0,32	0,17	0,56	0,79	
pH	5,4	5,5	5,4	5,6	5,7	0,04	0,05	0,24	0,63	0,40	0,25	
Amônia, mg/dL	10,9	14,5	16,3	13,6	14,8	0,57	0,16	0,15	0,25	0,37	0,42	

¹CAM0: dieta sem caroço de algodão moído; CAM7: dieta com 7% de caroço de algodão moído; CAM14: dieta com 14% de caroço de algodão moído; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído; CAM28: dieta com 28% de caroço de algodão moído

²EPM = Erro padrão da média

³L = efeito linear; Q = efeito quadrático; C = efeito cúbico; D = desvio do cúbico; Trat*Hora = interação entre tratamento x hora

Em relação ao pH ruminal foi observado aumento linear ($Y = 5,4 + 0,01 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,04$) com a substituição do milho e do farelo de soja por CAM, entretanto, este aumento não foi suficiente para elevar o pH de maneira a favorecer a degradação da fibra. Sendo que o valor máximo de pH encontrado foi de 5,7 para uma dieta com 31,4% de FDN. De acordo com Allen (1997) a FDN da dieta não é altamente relacionada com o pH ruminal, mas o tempo de ruminação sim, uma vez que durante o processo de ruminação são produzidas substâncias tamponantes as quais favorecem a estabilidade do pH ruminal. Como a FDN do CAM não se mostrou eficiente em estimular a ruminação este não pode ser considerado como principal fator de aumento do pH ruminal observado, este aumento certamente foi resultado de diversos fatores como volume da ingestão de MS e concentração de AGCC no ambiente ruminal.

A concentração de amônia ruminal não foi afetada mesmo com a redução na DPB. Esse fato pode ter ocorrido devido ao mecanismo de reciclagem de nitrogênio nos ruminantes e como as dietas possuíam cerca de 15% de PB à redução na DPB não foi capaz de afetar a concentração de amônia ruminal.

4.3.3 Balanço de nitrogênio

Devido à redução no CMS (Tabela 12) foi observado redução linear no consumo de nitrogênio ($Y = 33,2 - 0,3 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,34$) uma vez que as dietas experimentais eram isonitrogenadas (Tabela 10). Com a redução no consumo foi observado redução linear na excreção total de nitrogênio ($Y = 17,4 - 0,2 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,19$), de forma que o organismo animal tentou manter constante o balanço de nitrogênio (Tabela 13). A excreção foi alterada através das perdas pela urina, a qual apresentou redução linear ($Y = 16,2 - 0,2 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,20$). A excreção via fezes não apresentou efeito, com valor médio de 3,1 g/dia. Como houve redução no consumo e a excreção de nitrogênio via fezes se manteve constante, foi observado redução linear no nitrogênio absorvido ($Y = 30,2 - 0,3 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,45$), sendo que o animal conseguiu manter o nitrogênio retido (15,5 g/dia) alterando a eficiência na retenção do nitrogênio através da redução nas perdas via urina.

A melhora na eficiência de retenção do nitrogênio pode ser observada através do aumento linear no nitrogênio retido quando expresso em porcentagem do nitrogênio ingerido ($Y = 44,8 + 0,6 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,26$) e absorvido ($Y = 50,0 + 0,8 \cdot \text{CAM}$, $r^2 = 0,35$). De acordo com Harmeyer e Martens (1980) a quantidade de ureia

excretada via urina é influenciada pela concentração de ureia no plasma sanguíneo, sendo controlada através de mudanças na taxa de filtração glomerular e na reabsorção da ureia pelos rins, sugerindo que a melhora na eficiência de retenção do nitrogênio observada neste experimento ocorreu devido a redução no teor de N plasmático com conseqüentes alterações nos mecanismos de excreção de N via urina.

Adicionalmente, outro aspecto importante no balanço de nitrogênio é a capacidade do ruminante de realizar a reciclagem do N. Possivelmente, este aumento na eficiência de retenção de nitrogênio favoreceu este mecanismo, fazendo com que, mesmo com a redução no consumo de nitrogênio (oriundo da dieta) e na DPB (Tabela 12) o rúmen manteve constante a quantidade de amônia ruminal (Tabela 11).

Tabela 13 – Consumo e balanço de nitrogênio dos borregos alimentados com as dietas experimentais

Item	Dietas Experimentais ¹					EPM ²	Efeito ³			
	CAM0	CAM7	CAM14	CAM21	CAM28		L	Q	C	D
Consumo, g/dia	32,7	31,9	29,0	28,1	24,8	0,98	<0,01	0,51	0,88	0,37
Excretado, g/dia	19,1	14,7	12,0	13,8	10,0	1,24	0,02	0,65	0,30	0,45
Urina, g/dia	16,4	12,1	9,1	10,5	7,6	1,23	0,03	0,43	0,49	0,55
Fezes, g/dia	3,1	3,2	2,9	3,4	2,8	0,14	0,31	0,45	0,25	0,06
Absorvido, g/dia	29,6	28,6	26,1	24,8	21,1	0,89	<0,01	0,30	0,82	0,44
Retido, g/dia	14,6	17,2	17,0	14,3	14,5	1,09	0,66	0,40	0,43	0,76
Retido, %Ingerido	44,0	53,2	59,1	54,3	58,4	3,51	0,02	0,13	0,71	0,98
Retido, %Absorvido	49,1	58,8	68,5	58,6	68,7	4,04	0,01	0,25	0,71	0,88

¹CAM0: dieta sem caroço de algodão moído; CAM7: dieta com 7% de caroço de algodão moído; CAM14: dieta com 14% de caroço de algodão moído; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído; CAM28: dieta com 28% de caroço de algodão moído

²EPM = Erro padrão da média

³L = efeito linear; Q = efeito quadrático; C = efeito cúbico; D = desvio do cúbico

4.4 Conclusões

Na avaliação dos parâmetros ruminais foi observado baixos valores de pH, o qual se manteve em valores inferiores a 5,7 para todos os tratamentos. Este baixo pH influenciou diretamente na produção de AGCC, o qual foi observado redução no acetato e aumento no propionato com a inclusão de até 10,7% de CAM, mesmo com o aumento da FDN na dieta.

Em relação à digestibilidade dos nutrientes no trato total foi observado redução na digestibilidade para todos os nutrientes avaliados, exceto para o EE, que apresentou maior digestibilidade com inclusão de 18,7% de CAM, e DFDN que não sofreu influência do CAM.

Os animais apresentaram boa capacidade de manter a retenção de nitrogênio em valores de 15,5 g/dia, mesmo com a redução no consumo do mesmo.

Referências

ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 1447-1462, 1997.

ARIELI, A. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Apopka, v. 72, p. 97-110, 1998.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, 1990. 1117 p.

_____. **Official methods of analysis**. 16th ed. Gaithersburg, 1997. 1141 p.

BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, Bethesda, v. 70, n. 2, p. 567-590, 1990.

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 values for sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 149-169, 2004.

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

DOREAU, M.; FERLAY, A. Digestion and utilization of fatty-acids by ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, Apopka, v. 45, n. 3, p. 379-396, 1994.

FERREIRA, E.M. **Óleo de peixe em substituição parcial ao óleo de soja em dietas para ovinos**. 2011. 128 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade São Paulo, Piracicaba, 2011.

GRANT, R.J. Interactions among forages and nonforage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 1438-1446, 1997.

HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, p. 1707-1728, 1980.

MATTOS, W.R.S.; PALMQUIST, D.L. Increased polyunsaturated fatty acid yields in milk of cows fed protected fat. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 57, n. 9, p. 1050-1054, 1974.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T. Fat in lactation ration: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 1, p. 1-14, 1980.

PALMQUIST, D.L.; WEISBJERG, M.R.; HVELPLUND T. Ruminal, intestinal, and total digestibilities of nutrients in cows fed diets high in fat and undegradable protein. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 5, p. 1353-1364, 1993.

PIRES, A.V.; EASTRIDGE, M.L.; FIRKINS, J.L.; LIN, Y.C. Effects of heat treatment and physical processing of cottonseed on nutrient digestibility and production performance by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 8, p. 1685-1694, 1997.

RICHARDSON, J.M.; WILKINSON, R.G; AND SINCLAIR, L.A. Synchrony of nutrient supply to the rumen and dietary energy source and their effects on the growth and metabolism of lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1332-1347, 2003.

SAS INSTITUTE. **SAS systems for windows**: version 8. Cary, 1999.

SHAW, J.C.; ENSOR, W.L. Effect of feeding cod liver oil and unsaturated fatty acids on rumen volatile fatty acids and milk fat content. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 42, p. 1238-1240, 1959.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for extraction fiber: neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

5 DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E PAINEL SENSORIAL DA CARNE DE CORDEIRAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO CAROÇO DE ALGODÃO INTEIRO OU MOÍDO

Resumo

O caroço de algodão é um ingrediente de grande interesse na nutrição de ruminantes devido ao seu elevado teor de proteína e fibra aliados ao baixo custo. Entretanto, alguns frigoríficos não aceitam animais alimentados com caroço de algodão alegando alterações no sabor da carne. Adicionalmente, os ovinos são animais bastante seletivos e talvez não ingiram homogêneas dietas com caroço de algodão. Triturar o caroço de algodão pode favorecer o consumo homogêneo da dieta e ter efeito no sabor da carne. Os objetivos deste experimento foram avaliar o efeito da adição de caroço de algodão moído ou inteiro na dieta de cordeiras alimentadas com dietas de alto concentrado sobre o desempenho, características de carcaça, avaliação sensorial e qualidade físico-química da carne. Vinte e uma cordeiras White Dorper x Santa Inês (PC inicial de $23,6 \pm 1,2$ kg e $87,7 \pm 4,5$ dias) foram utilizadas em um delineamento de blocos completos casualizados de acordo com o PC inicial e idade. As dietas experimentais foram: CA0 - controle, sem caroço de algodão; CAI21 - com 21% de caroço de algodão inteiro; e CAM21 - com 21% de caroço de algodão moído. As dietas foram isonitrogenadas (16%PB) e compostas por 90% de concentrado e 10% de feno de "coascross". As dietas foram oferecidas diariamente por um período de 62 dias. Ao final no confinamento as cordeiras foram abatidas e as características de carcaças avaliadas. Amostras do músculo *Longissimus dorsi* foram coletadas para as análises físico-químicas e avaliação sensorial. O painel sensorial foi composto por 80 degustadores não treinados. Não foi observado efeito significativo no desempenho e características da carcaça. A cor da carne apresentou diferença ($P < 0,04$) quando comparado o tratamento controle com o grupo que recebeu caroço de algodão (CAI21 + CAM21) (L: 29,6 vs 36,7; a*: 9,0 vs 7,5; b*: 11,0 vs 8,7). Na avaliação sensorial o tratamento controle apresentou melhores notas ($P < 0,04$) para textura (6.5 vs 5.9), suculência (6.8 vs 6.1), sabor (6.0 vs 5.5) e aceitação global (6.2 vs 5.6) quando comparado com o grupo alimentado com caroço de algodão. Não foi observado efeito da moagem do CA em nenhuma das características avaliadas. A adição de caroço de algodão inteiro ou moído na alimentação de cordeiras em confinamento não influenciou o desempenho e as características da carcaça. Entretanto, houve efeito negativo na avaliação sensorial mostrando que seu uso deve ser restrito.

Palavras-chave: Aceitação sensorial; Dieta de alto concentrado; Ovinos

Abstract

Whole cottonseed is a feed ingredient with high interest in ruminant nutrition due to its high protein and fiber content with low cost. However, some abattoirs do not take animals fed cottonseed claiming change in the taste of the meat. In addition, lambs are very selective and may not eat homogeneously when whole cottonseed is added to the diet. Grinding could favor a more homogenous eating pattern but could

enhance the “off flavor” concern. The objective of this experiment was to determine the effects of feeding high-concentrate diets with whole or ground cottonseed on growth, carcass characteristics, sensory evaluation and meat quality of ewe lambs. Twenty-one White Dorper x Santa Inês ewe lambs (initial BW = 23.6 ± 1.2 kg and 87.7 ± 4.5 d old) were used in a randomized complete block design according to initial BW and age. The experimental diets were: 1) CS0: control, without cottonseed; 2) WCS21: with 21% of whole cottonseed; and 3) GCS21: with 21% of ground cottonseed. The diets were isonitrogenous (16% CP) and composed of 90% concentrate and 10% coastcross hay. Diets were fed daily and the trial lasted 62 d. At the end of the performance trial, lambs were slaughtered after a 16-h fasting period and carcass characteristics were recorded. Samples of *longissimus* muscle were used for meat quality analysis and sensory evaluation. Sensory test was performed by 80 lamb consumers. There was no diet effect on growth and carcass characteristics. Color was different ($P < 0.04$) when the control diet was compared with the cottonseed (WC21 + GC21) groups (L: 29.6 vs 36.7; a*: 9.0 vs 7.5; b*: 11.0 vs 8.7). The control group had greater ($P < 0.04$) tenderness (6.5 vs 5.9), succulence (6.8 vs 6.1), flavor (6.0 vs 5.5) and acceptability (6.2 vs 5.6) values compared with cottonseed groups. In conclusion, whole or ground cottonseed fed to feedlot ewe lambs did not impair growth and carcass characteristics. However, there was a detrimental effect on sensory evaluation showing that its use should be restricted.

Keywords: Consumer acceptance; High-concentrate diet; Sheep

5.1 Introdução

O desempenho de ovinos (ABSALAN et al., 2011; DAYANI; DADVAR; AFSHARMANESH, 2011; KANDYLIS et al., 1998) caprinos (LUGINBUHL; POORE; CONRAD, 2000; SOLAIMAN et al., 2009) e bovinos (CRANSTON et al., 2006; HARRISON et al., 1995; SULLIVAN et al., 2004; PIRES et al., 1997) recebendo CA foi bastante estudado. Entretanto, em sistemas de produção de carne a utilização do CA pode ser limitada devido à recusa no recebimento, por parte de alguns frigoríficos, da carne dos animais alimentados com este ingrediente. Este posicionamento de determinados frigoríficos são sustentados pela alegação que o CA transfere sabor indesejável a carne, entretanto, poucos estudos foram realizados neste sentido para verificar se este posicionamento da cadeia frigorífica é consistente, principalmente com a carne ovina.

De acordo com Field et al. (1978) qualquer alimento que influencie a concentração dos precursores do sabor ou deposite um componente único na gordura irá afetar o sabor da carne cozida, com maior influência dependendo da espécie animal. Uma possível forma de alterar o perfil de ácidos graxos da gordura é fornecendo óleo na dieta dos animais. Entretanto, em ruminantes, devido ao

mecanismo de biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados no rúmen pouco se consegue alterar no perfil dos AG na gordura (BAUMAN et al., 2003). Porém, pelo fato do óleo do CA estar contido dentro da amêndoa, o acesso dos microrganismos ao óleo é limitado reduzindo a biohidrogenação e facilitando a alteração no perfil de ácidos graxos. Uma alternativa para expor o óleo aos microrganismos é triturar o CA e assim quebrar a estrutura da amêndoa.

Os parâmetros indicadores de qualidade organolépticas são geralmente verificados por meio de painéis sensoriais, que utilizam questionamentos apropriados, e que pode ser utilizado posteriormente para complementar o entendimento dos critérios de qualidade utilizados pelos consumidores (FERRÃO et al., 2009). O objetivo deste trabalho foi de avaliar o desempenho e as características físico-químicas e a aceitação sensorial da carne de cordeiras alimentadas com caroço de algodão moído ou inteiro.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Local, Animais e instalações experimentais

O projeto foi desenvolvido no Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC), do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) - Piracicaba/SP (22°43'31”S 47°38'57” W).

Foram utilizadas 21 borregas White Dorper X Santa Inês, com peso corporal médio de $23,4 \pm 0,45$ kg e idade média de $87,7 \pm 1,4$ dias. Os animais foram confinados em baias do tipo “tie-stall” com piso ripado, providas de bebedouros e comedouros individuais (Figura 4). Os animais foram everminados com 1,0% moxidectina (Cydectin, Fort Dodge Saúde Animal, Campinas, São Paulo, Brasil) na dosagem de 1 mL/50 kg de peso corporal e receberam aplicação de suplemento vitamínico ADE antes do início do experimento.

5.2.2 Delineamento experimental, dietas, manejo alimentar e pesagens

O delineamento experimental utilizado foi blocos completos casualizados. Os blocos foram definidos de acordo com o peso e idade dos animais no início do experimento. O período experimental foi de 63 dias, divididos em três subperíodos de 21 dias.



Figura 4 – Vista dos animais e instalações experimentais

As dietas experimentais (Tabela 14) foram definidas pela inclusão de CA, inteiro ou moído, na proporção de 21% na matéria seca e formuladas com o auxílio do programa “Small Ruminant Nutrition System 6.0”. As dietas foram isonitrogenadas e isoenergéticas, constituídas de 10% de volumoso (feno de “coastcross”) e 90% de concentrado na MS. Os tratamentos foram: CA0 – sem adição de caroço de algodão; CAI21 – adição de 21% de caroço de algodão inteiro; CAM21 – adição de 21% de caroço de algodão moído.

O milho e o feno de “coastcross” foram moídos utilizando-se um moedor (Nogueira[®] DPM – 4, Itapira, Brasil) com peneira grossa e misturados ao farelo de soja, ureia, calcário, mistura mineral e a monensina sódica (Elanco do Brasil, São Paulo, Brasil) utilizando-se um misturador horizontal com capacidade para 500 kg (Lucato[®], Limeira, Brasil). A monensina sódica foi adicionada na proporção de 25 mg/kg de matéria natural. O caroço de algodão foi moído no mesmo moedor citado acima e adicionado à dieta no momento do fornecimento.

A dieta foi pesada individualmente em balança eletrônica de precisão de 1 g (Marte[®], LC 100, São Paulo, Brasil) e ofertada diariamente. Os animais tiveram acesso *ad libitum* à dieta e água fresca. A quantidade de ração ofertada foi definida

com base na leitura de cocho realizada antes do fornecimento. As sobras foram mantidas em aproximadamente 10% da quantidade ofertada.

Tabela 14 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais (% na MS)

	Dietas Experimentais ¹		
	CA0	CAI21	CAM21
Ingredientes			
Feno "coastcross"	10,0	10,0	10,0
Farelo de soja	13,0	5,5	5,5
Caroço de algodão	-	21,0	21,0
Milho moído	64,0	50,5	50,5
Ureia	0,5	0,5	0,5
Mistura mineral ²	2,0	2,0	2,0
Cloreto de amônio	0,5	0,5	0,5
Composição química			
Matéria Seca (% da MN)	88,7	89,7	89,7
Cinzas	5,5	5,7	5,7
Extrato etéreo	3,6	6,5	6,5
Proteína bruta	15,9	15,4	15,4
Fibra insolúvel em detergente neutro	24,1	30,8	30,8
Energia Metabolizável ³ (Mcal/ kg MS)	2,8	2,7	2,7

¹CA0: dieta sem caroço de algodão; CAI21: dieta com 21% de caroço de algodão inteiro; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído

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

³ Estimado pelo Small Ruminant Nutrition System, v.1.8.6 (CANNAS et al., 2004)

Uma vez por semana as sobras de cada unidade experimental foram pesadas, amostradas (10%) e compostas por tratamento. A cada partida de ração uma amostra foi colhida e conservada a -18°C, para posterior análise.

O GMD dos animais foi acompanhado por meio de pesagens realizadas no início de cada subperíodo. A pesagem foi feita após jejum de sólidos de 14 horas. A partir dos dados de CMS e o GMD foi calculada a eficiência alimentar.

5.2.3 Abate, avaliação de carcaça e amostragem da carne

Ao final do período de confinamento os animais foram abatidos no frigorífico da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), Pirassununga, São Paulo.

Antes do abate todos os animais foram pesados para determinação do peso corporal ao abate (PCA), para esta pesagem os animais passaram por jejum de sólidos por 14 horas. Após a retirada do couro, patas, cabeça e vísceras obteve-se o

peso de carcaça quente (PCQ), em seguida as carcaças foram resfriadas em câmara de refrigeração a 4°C por 24 horas, sendo novamente pesadas para a obtenção do peso da carcaça fria (PCF). O rendimento da carcaça quente (RCQ), rendimento da carcaça fria (RCF) e a perda por resfriamento (PR) foram determinados.

Após 24 horas de refrigeração, foi realizada a medida da espessura de gordura subcutânea (EGS), para isto o músculo *Longissimus dorsi* foi seccionado entre a 12^o e 13^o costelas de maneira transversal e a EGS determinada nos dois lados da carcaça utilizando-se um paquímetro digital (Battery, modelo SR44) graduado em milímetros. A face exposta do músculo *Longissimus dorsi* foi desenhada em papel vegetal e sua área mensurada com auxílio de um planímetro graduado em cm² para obtenção da área de olho de lombo (AOL). A partir dos valores obtidos do lado direito e esquerdo da carcaça, foi calculada a média aritmética da EGS e AOL por carcaça.

Para as determinações dos parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial, amostras da porção lombar do músculo *Longissimus dorsi* de cada animal foram colhidas. De cada amostra foram obtidas 12 unidades de lombo, sendo 8 unidades para a análise sensorial e quatro unidades para determinação da composição centesimal e textura instrumental. Todas as amostras passaram pelo processo de maturação por 7 dias em câmara fria a 4^o C, após este período foram armazenadas em câmara fria à -18°C até o momento das análises.

5.2.4 Painel Sensorial

O painel sensorial foi realizado no laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP).

Para a análise sensorial as amostras com 2,5 cm de espessura do músculo *Longissimus dorsi* foram descongeladas em refrigerador e então adicionado solução de cloreto de sódio na concentração de 5% (m/v) e mantidas em refrigerador por 30 minutos. Em seguida, as amostras foram identificadas e seguida colocadas sobre grelhas em bandeja de alumínio. Cada amostra teve um termômetro individual, que foi alocado até a parte central. As amostras foram assadas em forno elétrico a 170°C, até que o centro geométrico alcançasse 72°C, sendo que, quando as amostras atingiram a temperatura de 36°C as mesmas foram giradas. Imediatamente após o cozimento, as amostras foram cortadas em paralelepípedos

com aproximadamente 1,5x1,5x2,5cm e armazenadas em estufa, mantidas a aproximadamente 50°C por no máximo 15 minutos, de forma a evitar o ressecamento da carne. O ensaio sensorial foi composto por 80 consumidores. O teste sensorial foi realizado em cabines individuais e iluminadas com luz vermelha.

Os provadores, alunos da FZEA/USP, foram solicitados a avaliar as amostras, utilizando escala hedônica de nove pontos (1 = detestei, 5 = nem gostei nem desgostei, 9 = adorei), em relação ao aroma, textura, suculência, sabor e aceitação global.

5.2.5 Análises laboratoriais

As análises químicas da carne e bromatológicas das rações ofertadas e sobras foram realizadas no laboratório de Bromatologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) do departamento de Zootecnia. As amostras do carne foram processadas e determinados os teores de umidade e cinzas (AOAC, 1990). O nitrogênio total foi determinado utilizando um aparelho Leco FP528 (Leco Corporation, St. Joseph, MI) e os lipídios totais utilizando um aparelho Leco TFE2000 (Leco Corporation, St. Joseph, MI), conforme a AOAC (1997).

As análises de oferta e sobra da dieta foram realizadas conforme descrito no Capítulo 3.

As análises físicas da carne foram realizadas no laboratório de Qualidade e Estabilidade de Carnes e Produtos Cárneos da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP). Para estas análises, as amostras de carne foram descongeladas em geladeira a 7°C, o líquido perdido durante o descongelamento e a amostra descongelada foram pesados para determinação das perdas por gotejamento. Logo após o descongelamento foi mensurada a cor da carne através de um colorímetro (Minolta Chroma Meter CR 400), com as seguintes características: área de medição de 8 mm de diâmetro, ângulo de observação 10° e fonte iluminante D65 com componente especular incluído, calibrado em padrão branco. Após a determinação de cor, foi mensurado o pH e a temperatura através de um pHmetro/termômetro digital.

Para as análises de perdas por cocção (PPC), foram utilizadas amostras de 2,5 cm de espessura do músculo *Longissimus dorsi*. As amostras foram identificadas, pesadas em balança semi-analítica, para determinação do peso inicial e em seguida colocado sobre grelhas em bandeja de alumínio, para serem cozidas

conforme metodologia descrita no painel sensorial. A partir daí os bifes foram retirados do forno e após esfriarem até 19°C, foram pesados novamente para obtenção do peso final. Através da diferença entre peso inicial e peso final foi determinado a PPC.

Após a cocção foram retirados de cada bife 10 paralelepípedos no sentido paralelo das fibras, com 1 cm² de área transversal e 2 cm de comprimento para a análise de força de cisalhamento (FC). Os paralelepípedos foram cortados no sentido transversal da fibra utilizando o aparelho modelo Warner Bratzler Meat Shear (G-R Manufacturing CO.). O valor da FC foi obtido através da média aritmética dos 10 paralelepípedos de cada amostra.

5.2.6 Análises estatísticas

Antes de determinar se houve efeito nas variáveis analisadas verificou-se a presença de “outliers” no conjunto de dados. Foram considerados “outliers” os dados que apresentaram valor de observação extrema superior a 3 ou inferior a -3. Foi analisada a normalidade dos resíduos, avaliado através do teste de Shapiro-Wilk, quando a variável não apresentava normalidade ($P > 0,05$) a variável foi transformada para atender a esta premissa estatística. A homogeneidade das variâncias foi observada através do teste de Levene, entretanto, como foi utilizado à análise pelo procedimento MIXED algumas variáveis seguiram para análise de variância mesmo sem atender o teste de Levene. Todos os dados apresentados estão em suas unidades originais, mesmo que tenha sido necessária a transformação para a análise estatística.

Para as variáveis de desempenho foram utilizadas a análise através de medidas repetidas no tempo, seguindo o modelo estatístico: $Y = \mu + B_i + T_j + S_{ij} + P_k + (TP)_{jk} + E_{ijk}$, onde μ = média geral, B_i = efeito de bloco ($i = 1$ ou 2), T_j = efeito de tratamento ($j = 1$ a 3), S_{ij} = erro residual associado ao efeito do animal (bloco x dieta), P_k = efeito de período experimental ($k = 1$ a 3), $(TP)_{jk}$ = interação do tratamento e período experimental, E_{ijk} = erro residual. Foram considerados como efeitos aleatórios o bloco e o animal. Foi aplicado o teste de contrastes ortogonais, sendo um contraste o tratamento controle versus o grupo que recebeu CA (CAI21 + CAM21) e o outro contraste o tratamento CAI21 versus o tratamento CAM21.

Os dados de avaliação de carcaça, carne e painel sensorial analisadas de acordo com o modelo: $Y = \mu + B_i + T_j + E_{ij}$, onde μ = média geral, B_i = efeito de bloco

($i = 1$ ou 2), T_j = efeito de tratamento ($j = 1$ a 3), E_{ij} = erro residual. Foi considerado como efeito aleatório o bloco. Foi aplicado teste de contrastes ortogonais, seguindo os mesmos contrastes utilizados na avaliação do desempenho.

Os dados foram analisados através do procedimento MIXED do programa estatístico SAS (1999) e considerado efeito significativo quando $P < 0,05$.

5.3 Resultados e discussão

5.3.1 Desempenho

Não foram observados diferenças nos parâmetros de desempenho avaliados nas cordeiras (Tabela 15). Esta ausência de efeito no desempenho não era esperada, uma vez que no experimento de desempenho realizado com os cordeiros foi observado efeito negativo do CAM no desempenho (Tabela 2). Entretanto o resultado de desempenho obtido neste experimento foi favorável para as análises de características de carcaça e da carne, pois as mesmas não sofreram efeito do diferente peso de abate dos animais.

O principal fator que influenciou a ausência de efeito na avaliação de desempenho das borregas foi o baixo GPD (167,3 g/dia) observado. De acordo com o NRC (2007) o GPD esperado para cordeiras com 30 kg varia de 180 a 390 g, sendo que o GPD estimado pelo programa “Small Ruminant Nutrition System 6.0” era de 216,0 e 202,0 g/d para o tratamento os tratamentos CA0 e o grupo com que recebeu CA (CAI21 + CAM21), respectivamente. Este baixo GPD certamente não representa a real capacidade de desempenho das cordeiras alimentadas com as dietas experimentais e como os animais responderam abaixo da sua capacidade não foi observado efeito dos tratamentos. Os principais motivos para este baixo GPD foram os baixos CMS e EA.

O CMS e a EA observados neste experimento (Tabela 15) foram inferiores aos verificados no primeiro experimento (Tabela 2), este fato pode ser explicado por no primeiro experimento ter sido utilizado machos inteiros e neste fêmeas. O CMS é regulado pelo sistema nervoso central (SNC) através do hipotálamo, o qual dependendo dos sinais que recebe inibe ou estimula o consumo, dentre estes sinais, hormônios como a leptina têm grande efeito na redução do apetite animal (SARTIN; WHITLOCK; DANIEL, 2010), sendo que, com o elevado teor de EM das dietas (Tabela 14) e pelo fato de ter sido utilizado fêmeas, as quais depositam gordura com maior intensidade que machos, a leptina pode ter tido importante papel na restrição

ao CMS o que causou essa diferença entre os experimentos. Dayani, Dadvar e Afsharmanesh (2011) avaliaram o desempenho de cordeiros alimentados com 0 e 20% de CA e obtiveram valores de CMS de 1,57 e 1,25 kg/dia e GPD de 0,27 e 0,18 kg respectivamente, sendo que para a dieta com CA o GPD foi semelhante aos obtidos neste experimento, porém com maior CMS.

A reduzida EA (0,162) pode ser explicada justamente pelo maior deposição de gordura, a qual reduz a eficiência na utilização da dieta. Esta maior deposição de gordura pode ser observada quando comparada a EGS deste experimento (Tabela 16) com o experimento de desempenho com machos (Tabela 4).

Tabela 15 – Parâmetros de desempenho avaliados nas cordeiras alimentadas com caroço de algodão

Item ⁴	Tratamentos ¹			EPM ²	Contrastes ³		
	CA0	CAM21	CAI21		cont x alg	moído x int	T*P
Idade inicial, dias	89	86	88	-	-	-	-
PCI, kg	23,7	23,1	23,5	0,45	-	-	-
PCF, kg	34,2	33,6	33,6	0,45	0,37	0,67	0,88
Consumo de MS							
g/dia	1028,8	998,0	1002,0	19,88	0,66	0,96	0,26
%PV	3,5	3,6	3,5	0,05	0,99	0,64	0,14
GPD, g	165,9	175,8	160,1	6,91	0,90	0,41	0,86
EA	0,159	0,160	0,169	<0,01	0,55	0,37	0,96

¹CA0: dieta sem caroço de algodão; CAI21: dieta com 21% de caroço de algodão inteiro; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído

²EPM = erro padrão da média

³cont x alg = tratamento sem caroço de algodão versus tratamentos com caroço de algodão; Moído x int = tratamento com caroço de algodão moído versus tratamento com caroço de algodão inteiro; T*P = interação entre tratamento e período

⁴PCI = peso corporal inicial; PCF = peso corporal final; PV = peso vivo; PV^{0,75} = peso vivo metabólico
GPD = ganho de peso diário; EA = eficiência alimentar

5.3.2 Características de carcaça

Na avaliação das características de carcaça não foi observado efeito significativo para as variáveis PCQ, PCF, RC, gordura peri-renal, AOL, EPC e EGS (Tabela 16), este fato pode ser explicado devido à homogeneidade dos animais no momento do abate, sendo todos de mesmo sexo, raça, idade e peso corporal.

Apesar de não ter sido observado efeito na EGS, as perdas por resfriamento (PR) apresentaram valores maiores para os animais alimentados com CA, e dentro dos animais alimentados com CA maior valor para o tratamento CAM21 (Tabela 16). Os valores de PR variaram de 3,2 a 4,9% os quais são ligeiramente superiores aos recomendados por Cartaxo (2006), o qual considera valores normais entorno de 2,1%, esse efeito pode influenciar nas características físicas da carne e no painel

sensorial, uma vez que a umidade na carne está relacionada com maciez e suculência da mesma e as principais perdas que ocorrem durante o resfriamento são de água (CUNHA et al. 2008). Kandylis, Nikokyris e Deligiannis (1998), encontraram efeitos similares na PR com a inclusão de CA na dieta de ovinos, sendo que os animais alimentados com CA apresentaram PR de 3,6% versus 1,7% do tratamento controle.

Tabela 16 – Características de carcaça das cordeiras alimentadas com caroço de algodão

Item ⁴	Tratamentos ¹			EPM ²	Contrastes ³	
	CA0	CAM21	CAI21		cont x alg	moído x int
PCA, kg	34,8	34,0	34,2	0,58	0,60	0,88
PCQ, kg	17,3	16,6	16,9	0,30	0,38	0,86
PCF, kg	16,8	15,7	16,2	0,30	0,24	0,52
RC, %	49,9	49,4	50,0	0,42	0,86	0,54
PR, %	3,2	4,9	3,8	0,23	<0,01	0,02
Gord. Peri-renal, g	452,2	513,6	392,2	43,27	0,99	0,28
EGS, mm	2,6	2,9	2,6	0,26	0,81	0,70
EPC, mm	15,0	15,4	14,8	0,59	0,93	0,70
AOL, cm ²	12,9	12,0	12,7	0,32	0,45	0,44

¹CA0: dieta sem caroço de algodão; CAI21: dieta com 21% de caroço de algodão inteiro; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído

²EPM = erro padrão da média

³cont x alg = tratamento sem caroço de algodão versus tratamentos com caroço de algodão; Moído x int = tratamento com caroço de algodão moído versus tratamento com caroço de algodão inteiro

⁴PCA = peso corporal ao abate; PCQ = peso de carcaça quente; PCF = peso de carcaça fria; RC = rendimento de carcaça; PR = perda por resfriamento; Gord. Peri-renal = gordura peri-renal; EGS = espessura de gordura subcutânea; EPC = espessura da parede corporal; AOL = área de olho de lombo

5.3.3 Características físico-químicas da carne

Os parâmetros químicos avaliados na carne não apresentaram diferenças com a adição de CA na dieta e nem com o processamento de moagem do mesmo (Tabela 17). De acordo com Prata (1999) a carne ovina apresenta valores médios de 75% de umidade, 19% de proteína, 4% de gordura e 1,1% de cinzas, valores estes próximos ao obtidos neste experimento.

Nas características físicas (Tabela 17), a cor apresentou efeito em todos os parâmetros (L*, a* e b*) avaliados, demonstrando que a carne de animais alimentados com CA mostrou grande alteração na coloração, a luminosidade foi maior para a carne dos animais alimentados com CA, enquanto que, a carne dos animais do tratamento controle apresentaram maior intensidade do vermelho e amarelo. Era esperado que a carne dos animais alimentados com CA apresentassem maior intensidade de amarelo, devido ao gossipol, composto de cor

amarela presente no CA. Entretanto, essa variação observada nos parâmetros de cor foram muito pequenas sendo praticamente imperceptível ao consumidor. Os valores de L*, a* e b* variam bastante na literatura, encontrando valores entre 39,5-50,5, 8,4-19,2 e 4,9-11,3 (VIEIRA et al., 2010; MADRUGA et al., 2005; LEÃO et al., 2012; HOPKINS; FOGARTY, 1998; FERNANDES et al., 2012), respectivamente.

A FC foi outra variável que apresentou efeito com a adição de CA na dieta, sendo que a carne dos animais do tratamento CA0 obtiveram menores valores de FC que a carne dos animais alimentados com CA sugerindo melhor maciez na carne. Um dos possíveis fatores que tenham levado a este efeito na FC é a PR (Tabela 16), em que foi observado maior perda de umidade durante o processo de resfriamento nas carcaças do animais alimentados com CA. Apesar da alteração nos valores de FC, de acordo com Cezar e Souza (2007) os resultados obtidos (1,8, 3,2 e 3,2 para os tratamentos CA0, CAM21 e CAI21, respectivamente) configuram a carne dos animais deste experimento em macias, uma vez que obtiveram baixos valores de FC para todos os tratamentos, o que era esperado devido à idade dos animais e ao processo de maturação. Outro fator que pode ter auxiliado nos baixos valores de FC foram às pequenas PPC que manteve maior quantidade de umidade e gordura na carne favorecendo a maciez. A PPC obtida neste experimento foi de 14,17%. Bonagurio et al. (2003) avaliaram as PPC para ovinos Santa Inês e Texel x Santa Inês em diferentes pesos de abate e encontraram valores entre 33,5 - 37,8%, sendo que para animais mestiços com peso semelhante ao desse experimento foi observado PPC de 35,18%. Não foi observado efeito do processamento do CA na FC. Os demais parâmetros físicos avaliados não apresentaram efeito com a adição de 21% de CA na dieta.

Tabela 17 – Parâmetros físico-químicos avaliados na carne das cordeiras alimentadas com caroço de algodão

Item ⁴	Tratamentos ¹			EPM ²	Contrastes ³	
	CA0	CAM21	CAI21		cont x alg	moído x int
Cor						
L	29,6	36,6	36,8	1,05	<0,01	0,94
a*	9,0	7,1	7,9	0,34	0,04	0,27
b*	11,0	9,0	8,5	0,46	<0,01	0,61
pH	5,4	5,4	5,4	0,01	0,22	0,64
Temp., °C	23,0	21,6	21,8	0,19	<0,01	0,51
Perdas cocção, %	14,9	14,1	13,5	0,82	0,57	0,78
Perdas got., %	2,3	1,9	2,5	0,18	0,69	0,23
FC, kgf/cm ²	1,8	3,2	3,2	0,33	0,05	0,94
Umidade, %	73,9	73,7	74,5	0,60	0,75	0,37
Cinzas, %	1,4	1,4	1,3	0,08	0,81	0,41
PB, %	21,2	20,5	21,2	0,20	0,45	0,21
Lípídeos totais, %	3,4	4,7	3,4	0,67	0,47	0,17

¹CA0: dieta sem caroço de algodão; CAI21: dieta com 21% de caroço de algodão inteiro; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído

²EPM = erro padrão da média

³cont x alg = tratamento sem caroço de algodão versus tratamentos com caroço de algodão; Moído x int = tratamento com caroço de algodão moído versus tratamento com caroço de algodão inteiro

⁴Temp. = temperatura; Perdas cocção = perdas por cocção; Perdas got. = perdas por gotejamento; FC = foça de cisalhamento; PB = proteína bruta

5.3.4 Painel Sensorial

Todas as características avaliadas no painel sensorial foram afetadas negativamente pelo adição de 21% de CA, independente se o mesmo foi processado (moído) ou não. Desta forma, a discussão foi realizada comparando os valores obtidos no tratamento CA0 e a média dos tratamentos CAM21 e CAI21, considerada como o grupo alimentado com CA. Os valores para cada variável analisada no painel sensorial estão apresentados na Tabela 18.

Analisando a diferença entre as notas obtidas para o tratamento CA0 e o grupo alimentado com CA foi observada diferença de 0,4, 0,6, 0,7, 0,5 e 0,6 pontos na escala para as variáveis aroma, textura, suculência, sabor e aceitação global, respectivamente. A partir desta análise percebe-se que, em média, houve decréscimo de 0,56 pontos na escala com a inclusão de 21% de CA, essa redução é pequena, porém mostrou-se altamente significativa. A variável que apresentou maior diferença entre o tratamento CA0 e o grupo alimentado com CA foi à suculência, portanto, esta variável foi a qual mais afetou negativamente a carne dos animais alimentados com CA.

Tabela 18 – Parâmetros avaliados no painel sensorial realizado com a carne das cordeiras alimentadas com caroço de algodão

Item ⁴	Tratamentos ¹			EPM ²	Contrastes ³	
	CA0	CAM21	CAI21		cont x alg	moído x int
Aroma	5,2	4,7	4,9	0,14	0,03	0,29
Textura	6,5	6,1	5,8	0,14	<0,01	0,35
Suculência	6,8	6,1	6,2	0,14	<0,01	0,50
Sabor	6,0	5,4	5,6	0,16	0,01	0,38
Aceitação global	6,2	5,7	5,6	0,15	<0,01	0,58

¹CA0: dieta sem caroço de algodão; CAI21: dieta com 21% de caroço de algodão inteiro; CAM21: dieta com 21% de caroço de algodão moído

²EPM = erro padrão da média

³cont x alg = tratamento sem caroço de algodão versus tratamentos com caroço de algodão;

Moído x int = tratamento com caroço de algodão moído versus tratamento com caroço de algodão inteiro

⁴Escala das notas do painel sensorial: 9 – adorei; 8 – gostei muito; 7 – gostei moderadamente; 6 – gostei ligeiramente; 5 – nem gostei/nem desgostei; 4 – desgostei ligeiramente; 3 – desgostei moderadamente; 2 – desgostei muito; 1 – detestei

A suculência é influenciada principalmente pelo teor de gordura na carne, entretanto a análise de lipídeos totais (Tabela 17) não mostrou diferença entre as amostras e, portanto o efeito observado na suculência da carne foi influenciado por outros fatores, ou associação entre eles. O sabor e a textura são outros fatores importantes na avaliação sensorial, tendo grande associação com a aceitação global da carne, característica que representa a avaliação geral do provador.

O sabor foi influenciado negativamente pelo CA, de acordo com Mottram (1998) as propriedades físicas e químicas dos lipídeos afetam as características sensoriais da carne e, portanto, a variação no perfil de ácidos graxos pode ser responsável pela diferença no sabor da carne. Entretanto, Field et al. (1978) observou baixas relações entre o sabor e a composição de ácidos graxos insaturados e saturados ($r^2 = 0,10$ e $0,21$, respectivamente), sendo, portanto necessário avaliar não apenas grupos de ácidos graxos, mas sim cada um deles individualmente. A análise de ácidos graxos realizada no primeiro experimento (Tabela 6) mostra redução de 7,6% nos ácidos graxos insaturados totais entre o tratamento CA0 e CAM21, sendo esta redução causada principalmente pela diminuição no ácido graxo oleico, o qual reduziu cerca de 25,9% com a inclusão de 21% de CAM. Outras importantes variações no perfil de ácidos graxos foi o aumento de 21,7, 105,7 e 29,2% para o esteárico, vacênico e linolênico, respectivamente.

A textura avaliada no painel sensorial seguiu o mesmo efeito que a FC realizada nas análises físico-químicas da carne (Tabela 17), indicando grande associação entre as duas análises e que os provadores do painel sensorial souberam avaliar corretamente a carne. O aroma também foi influenciado negativamente pelo CA.

No parâmetro “aceitação global” foi observada notas de 6,2 e 5,6 para a carne dos animais do tratamento CA0 e para o grupo alimentado com CA, respectivamente. De acordo com a escala proposta na avaliação sensorial as notas obtidas para a carne do tratamento CA0 a classifica em “gostei ligeiramente” e para a carne do grupo alimentado com 21% de CA em “nem gostei/nem desgostei”, estas baixas notas obtidas na aceitação global podem ser explicadas pelo fato da carne ter sido temperada apenas em salmoura o que não é de costume dos consumidores, onde normalmente o tempero da carne ovina envolve diversos ingredientes. De acordo com Álvarez et al. (2006) o modo de preparo e o tempero utilizado são fatores decisivos na aceitabilidade da carne ovina e varia de acordo com o costume e tradição da população.

5.4 Conclusões

O processamento do caroço de algodão não apresentou alteração nas características de desempenho e de carcaça avaliada.

Na avaliação de carcaça e nos parâmetros físico-químicos foi observado pouco efeito dos tratamentos nas variáveis analisadas.

Os dados obtidos no painel sensorial foram muito precisos, mostrando grande coerência entre as notas atribuídas pelos degustadores, sendo demonstrado efeito negativo na qualidade sensorial da carne ovina quando utilizado 21% de CA na dieta.

Referências

ABSALAN, M.; AFZALZADE, A.; MIRZAEI, M.; SHARIFI, S.D.; KHORVASH, M.; BENCHENARI, .M.K. Feeding of whole cottonseed on performance, carcass characteristics and intestinal morphology of Zandi lambs. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 41, n. 3, p. 309-317, 2011.

ÁLVAREZ, I.; BRANSCHIED, W.; CAMPO, M.; CAÑEQUE, V.; FONT i FURNOLS, M.; MONTOSSI, F.; NUTE, G.R.; OLIVER, M.A.; OLLETA, J.L.; SAN JULIAN, R.; SAÑUDO, C.; WICKE, M. Sensory evaluation of lamb produced under different

production systems from Uruguay and Europe. **Options Méditerranéennes**, Cachan Cedex, n. 78, p. 325-331, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, 1990. 1117 p.

_____. **Official methods of analysis**. 16th ed. Gaithersburg, 1997. 1141 p.

BAUMAN, D.E.; PERFIELD II, J.W.; DE VETH, M.J.; LOCK, A.L. New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 2003, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca, 2003. p. 175-189.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J.R.M.; GARCIA, I.F.F.; BRESSAN, M.C.; LEMOS, A.L.S.C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1981-1991, 2003. Suplemento 2.

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 values for sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 149-169, 2004.

CARTAXO, F.Q. **Efeitos do genótipo e da condição corporal sobre o desempenho, predição e avaliação de carcaça de cordeiros terminados em confinamento**. 2006. 122 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

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

CRANSTON, J.J.; RIVERA, J.D.; GALYEAN, M.L.; BRASHEARS, M.M.; BROOKS, J.C.; MARKHAM, C.E.; McBETH, L.J.; KREHBIEL, C.R. Effects of feeding whole cottonseed and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 2186-2199, 2006.

CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.R.R.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, M.F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1112-1120, 2008.

DAYANI, O.; DADVAR, P.; AFSHARMANESH, M. Effect of dietary whole cottonseed and crude protein level on blood parameters and performance of fattening lambs. **Small Ruminant Research**, Philadelphia, v. 97, p. 48-54, 2011.

FERNANDES, R.P.P.; FREIRE, M.T.A.; GUERRA, C.C.; CARRER, C.C.; BALIEIRO, J.C.C.; TRINDADE, M.A. Estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de carne ovina embalada a vácuo estocada sob refrigeração. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 4, p. 724-729, 2012.

FERRÃO, S.P.B.; BRESSAN, M.C.; OLIVEIRA, R.P.; PÉREZ, J.R.O.; RODRIGUES, E.C.; NOGUEIRA, D.A. Características sensoriais da carne de cordeiros da raça

Santa Inês submetidos a diferentes dietas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 185-190, 2009.

FIELD, R.A.; WILLIAMS, J.C.; FERRELL, C.L.; CROUSE, J.D.; KUSMAN, J.E. Dietary alteration of palatability and fatty acids in meat from light and heavy weight ram lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 47, p. 858-864, 1978.

HARRISON, J.H.; KINCAID, R.L.; McNAMARA, J.P.; WALTNER, S.; LONEY, K.A.; RILEY, R.E.; CRONRATH, J.D. Effect of whole cottonseed and calcium salts of long-chain fatty acids on performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 1, p. 181-193, 1995.

HOPKINS, D.L.; FOGARTY, N.M. Diverse lamb genotypes- 2. Meat pH, color and tenderness. **Journal of Meat Science**, Barking, v. 49, n. 4, p. 477-488, 1998.

KANDYLIS, K.; NIKOKYRIS, P.N.; DELIGIANNIS, K. Performance of growing-fattening lambs fed whole cottonseed. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Malden, v. 78, p. 281-289. 1998.

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

LUGINBUHL, J.M.; POORE; M.H., CONRAD; A.P. Effect of level of whole cottonseed on intake, digestibility, and performance of growing male goats fed hay-based diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1677-1683, 2000.

MADRUGA, M.S.; SOUZA, W.H.; ROSALES, M.D.; CUNHA, M.G.G.; RAMOS, J.L.F. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 309-315, 2005.

MOTTRAM, D.S. Flavor formation in meat and meat products: a review. **Food Chemistry**, Norwich, v. 62, n. 4, p. 415-424, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington: National Academic Press, 2000. 314 p.

PIRES, A.V.; EASTRIDGE, M.L.; FIRKINS, J.L.; LIN, Y.C. Effects of heat treatment and physical processing of cottonseed on nutrient digestibility and production performance by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 8, p. 1685-1694, 1997.

PRATA, L. F. **Higiene e inspeção de carnes, pescado e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 127 p.

SARTIN, J.L.; WHITLOCK, B.K.; DANIEL, J.A. TRIENNIAL GROWTH SYMPOSIUM: Neural regulation of feed intake: Modification by hormones, fasting, and disease. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 1991-2003, 2010.

SAS INSTITUTE. **SAS systems for windows**: version 8. Cary, 1999.

SOLAIMAN, S.G.; GURUNG, N.K.; McCRARY, Q.; GOYAL, H.; McELHENNEY, W.H. Feeding performance and blood parameters of male goat kids fed EasiFlo® cottonseed. **Small Ruminant Research**, Philadelphia, v. 81, p. 137-145, 2009.

SULLIVAN, H.M.; BERNARD, J.K.; AMOS, H.E.; JENKINS, T.C. Performance of lactating dairy cows fed whole cottonseed with elevated concentrations of free fatty acids in the oil. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 665-671, 2004.

VIEIRA, T.R.L.; CUNHA, M.G.G.; GARRUTTI, D.S.; DUARTE, T.F.; FÉLEX, S.S.S.; PEREIRA FILHO, J.M.; MADRUGA, M.S. Propriedades físicas e sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês terminados em dietas com diferentes níveis de caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 372-377, 2010.