

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV

**DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DA CARÇA DE OVINOS SANTA INÊS
SUPLEMENTADOS COM CAROÇO DE ALGODÃO (*GOSSYPIUM* SSP.) E SEUS
CÓ-PRODUTOS**

PAULINE GALVÃO VIANA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO: 45/2011

BRASÍLIA
MARÇO DE 2011



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DA CARÇA DE OVINOS SANTA INÊS
SUPLEMENTADOS COM CAROÇO DE ALGODÃO (*GOSYPIUM* SSP.) E SEUS
CO-PRODUTOS**

ALUNA: PAULINE GALVÃO VIANA

ORIENTADOR: HELDER LOUVANDINI

CO-ORIENTADOR: ROBERTO GUIMARÃES JÚNIOR

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO: 45/2011

**BRASÍLIA/DF
MARÇO DE 2011**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DA CARÇA DE OVINOS SANTA INÊS
SUPLEMENTADOS COM CAROÇO DE ALGODÃO (*GOSSYPIUM* ssp.) E SEUS CO-
PRODUTOS**

PAULINE GALVÃO VIANA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
SUBMETIDA AO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
ANIMAIS, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS À
OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM CIÊNCIAS ANIMAIS.**

APROVADA POR:

**HELDER LOUVANDINI Prof. Dr. (CENA- USP)
(ORIENTADOR)**

**GERALDO BUENO MARTHA JUNIOR Dr. (EMBRAPA-SEDE)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**FRANCISLETE RODRIGUES MELO Profa. Dra. (UPIS)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

BRASÍLIA, 24 DE MARÇO DE 2011

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

VIANA, P.G. **Desempenho e avaliação da carcaça de ovinos Santa Inês suplementados com caroço de algodão (*Gossypium ssp.*) e seus co-produtos**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade de Brasília, 2011. 50p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passada pela autora à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. A autora e seu orientador reservam para si os direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem autorização por escrito da autora ou de sua orientadora, Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

VIANA, Pauline Galvão. **Desempenho e avaliação da carcaça de ovinos Santa Inês suplementados com caroço de algodão (*Gossypium ssp.*) e seus co-produtos**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2011. 50p. Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2011.

1. Caroço de algodão
2. Gossipol
3. Ovinos
4. Componentes da carcaça. I. Louvandini , H. II. Título

“Conhecer é tarefa de sujeitos, não de objetos. E é como sujeito e somente enquanto sujeito, que o homem pode realmente conhecer”.

Paulo Freire

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me conceder o dom da vida e ter permitido que eu fizesse parte de uma família unida e amorosa. Por me fazer aceitar as coisas que não posso mudar e me dar força e coragem para mudar as coisas que posso. À Nossa Senhora, por estar sempre ao meu lado e acalmar meu coração nos momentos de angústia.

Ao Professor Helder pela paciência e auxílio na realização de todo o trabalho. Por ser parte fundamental nessa nova etapa de conhecimento e por saber usar as palavras certas nas horas exatas, muito obrigada!

Aos estagiários que me auxiliaram durante todo o período experimental, pelo comprometimento com o projeto e seriedade na qual o desenvolvemos. Obrigada por terem sacrificado alguns fins de semana e feriados em pró da ciência. São eles: Amanda Venturim, Edgard Franco, Eduardo Gonçalves, Tatiana Barbosa, Tiago Paim, e Samara Aquino.

Aos funcionários do CMO pelo comprometimento com o projeto e por zelar a estrutura necessária para o experimento, em especial ao Antônio Fernandes.

À aqueles, que mesmo não estando vinculados ao projeto, estiveram dispostos a ajudar sempre: Geisa, Adelar, Caio, Diego Barnabé, Diego Maués e Bruno Dallago.

Ao Dr. Roberto Guimarães Junior que esteve sempre me apoiando e disposto a ajudar. Obrigada também pelo empréstimo de livros que auxiliaram na elaboração deste trabalho e por me dizer sempre que eu sou capaz!

Ao Laboratório de Química Analítica Ambiental (LQAA) da Universidade de Brasília pela realização das análises. Em especial ao Professor Jurandir, Verônica Silva, Ângela e Fabíola que foram os responsáveis pelas análises correspondentes à molécula de gossipol nos alimentos e no músculo dos animais.

À todos os professores que disponibilizaram o espaço físico de seus laboratórios, os equipamentos necessários às análises e o apoio técnico: Geani Paludo e Márcio Botelho e Antônio Borgo.

Aos pesquisadores Lourival Vilela, Giovana Maciel e Karina Pulrolnik pela atenção dada, apesar das atribuições diárias, todas as vezes que precisei de ajuda para um auxílio na interpretação e discussão dos resultados. Obrigada por acreditarem no meu potencial.

Ao Roberto Sueiro López, pela paciência e companhia em todos os momentos. Obrigada por fazer parte da minha vida e me ajudar a ser uma pessoa melhor e mais otimista.

Ao casal Ricardo e Giovana por disponibilizarem parte do material que necessitamos para a realização do experimento e por se apresentarem tão solícitos.

À minha família por me apoiar e compreender nos momentos de estresse, que se tornam cada vez mais frequente as vésperas da defesa. Aproveito por pedir desculpas por estes momentos, sei que vocês entendem.

À todos os professores do Programa de Pós Graduação em Ciências Animais que me deram a oportunidade de acrescentar conhecimento e experiências na minha vida profissional.

À todos aqueles que direta ou indiretamente participaram dessa conquista e torceram para a realização deste sonho.

À CAPES e ao CNPq/MAPA pela concessão de bolsas e pelo auxílio financeiro para o projeto.

A todos vocês, o meu muito obrigada!!

INDICE

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. JUSTIFICATIVA.....	2
3. OBJETIVOS.....	2
3.1. OBJETIVO GERAL.....	2
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
4. REVISÃO DE LITERATURA	2
4.1 CENÁRIO MUNDIAL DA OVINOCULTURA	2
4.2. UTILIZAÇÃO DO CAROÇO DE ALGODÃO NA NUTRIÇÃO ANIMAL.....	5
4.2.1 Gossipol.....	7
4.2.2.Determinação do gossipol	11
CAPÍTULO ÚNICO - DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DA CARÇA DE OVINOS SANTA INÊS SUPLEMENTADOS COM CAROÇO DE ALGODÃO (<i>GOSSYPIMUM SSP.</i>) E SEUS CO-PRODUTOS	13
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	14
2.2. ANIMAIS E INSTALAÇÕES	14
2.3. ALIMENTOS	15
2.3.1. Avaliação dos alimentos.....	16
2.3.2. Quantificação do gossipol nos alimentos	17
2.4. DESEMPENHO ANIMAL E CONSUMO DE VOLUMOSO.....	17
2.5. COLETAS DE SANGUE.....	17
2.6. HEMOGRAMA E BIOQUÍMICA DE SORO SANGUINEO	18
2.7. ABATE DOS ANIMAIS.....	18
2.7.1. Composição tecidual.....	19
2.7.2. Área de olho de lombo (AOL).....	20
2.7.3. Determinação de gossipol na musculatura	20
2.8. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4. CONCLUSÃO.....	33
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DA CARÇA DE OVINOS SANTA INÊS SUPLEMENTADOS COM CAROÇO DE ALGODÃO (*GOSSYPIUM* ssp.) E SEUS CO-PRODUTOS

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho, características de carcaça e parâmetros bioquímicos e hematológicos de ovinos Santa Inês suplementados com caroço de algodão e seus co-produtos. Foram utilizados 24 cordeiros machos inteiros com média de $20,6 \pm 1,9$ kg de peso vivo e idade média de quatro meses. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso. As dietas fornecidas aos animais foram feno de coast cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) e concentrados formulados com a inclusão de caroço de algodão (CA), farelo de algodão (FA), torta de algodão (TA) e sem a inclusão de produtos derivados do algodão - grupo controle (CO), com os seguintes teores de gossipol (1020, 350, 430 e 0 ppm), respectivamente. Os animais foram mantidos em confinamento por 90 dias recebendo 60% de feno e 40% de concentrado na dieta. Após o período experimental, os animais foram abatidos e suas carcaças avaliadas. Apesar de os ovinos do CO apresentarem menor ingestão de matéria seca quando comparado aos demais, não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para ganho de peso médio diário, conversão alimentar e peso vivo ao final do experimento. No entanto, o rendimento de carcaça foi maior para os animais do grupo CO em relação aos do tratamento CA. O menor rendimento do grupo CA em relação à FA e TA foi comprovado pelo menor percentual de musculatura e menor área de olho de lombo observada para o primeiro grupo. A maior relação músculo:gordura e músculo:osso foram observadas em TA. Dentre os alimentos provenientes da produção de algodão, somente o caroço de algodão promoveu menor musculabilidade da carcaça, sem, entretanto, afetar o ganho de peso dos animais. Não foram detectados resíduos de gossipol na carne dos animais até os níveis detectados pelo equipamento. Não houve evidências de intoxicação nas avaliações bioquímicas do sangue dos animais. Dessa forma, os co-produtos do algodão podem ser incluídos na dieta de ovinos sem causar diminuição no desempenho animal e intoxicação dos mesmos em até 40% do concentrado, desde que a concentração de gossipol não ultrapasse 1020 ppm.

Palavras-chave: caroço de algodão, farelo de algodão, gossipol, ovinos, rendimento de carcaça, torta de algodão.

EVALUATION OF PERFORMANCE AND CARCASS IN SHEEP SANTA INES SUPPLEMENTED WITH COTTONSEED (*GOSSYPIUM* spp.) AND THEIR CO-PRODUCTS

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the performance, carcass characteristics and biochemical and hematological parameters of Santa Ines sheep supplemented with cottonseed and its by-products. Were used 24 lambs with an average of 20.6 ± 1.9 kg body weight and average age of four months. The animals were distributed in a completely randomized design. The diets were fed to the animals Coast cross hay (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) and concentrates formulated with the inclusion of cottonseed (CA), cottonseed meal (FA), cottonseed meal (TA) and without inclusion of cotton products - control group (CO) with the following levels of gossypol (1020, 350, 430 and 0 ppm), respectively. The animals were kept in confinement for 90 days receiving 60% hay and 40% concentrate diet. After the experimental period, animals were slaughtered and their carcasses evaluated. Although the sheep from the CO was a lower intake of dry matter compared to the others, no differences ($P > 0.05$) among treatments for average daily weight gain, feed conversion and body weight at the end of the experiment. However, the carcass yield was higher for the animals of group CO compared to the CA treatment. The lowest income group's gain in comparison to the FA and TA was confirmed by a lower percentage of muscle and smaller loin eye area observed for the first group. The higher muscle:fat and muscle:bone were observed in TA. Among the foods from the production of cotton, only the cotton seed produced shorter carcass muscularity, without however affecting the weight gain of animals. Had no detectable residues of gossypol in the meat of animals to the concentration of 20 ppb. There was no evidence of intoxication in the biochemical assessment of the blood of animals. Thus, the co-products of cotton can be included in the diet of sheep without causing performance degradation and poisoning of the same animal as much as 40% of the concentrate, since the concentration of gossypol does not exceed 1020 ppm.

Keywords: carcass, cottonseed, cottonseed meal, cottonseed meal, gossypol, sheep.

1. INTRODUÇÃO

A ovinocultura em todo o mundo apresenta ritmo crescente. Segundo dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2007) a produção mundial de carne ovina cresceu a uma taxa de 1,7% ao ano entre os anos de 1996 e 2006. No Brasil, o crescimento do rebanho apresentou índices mais elevados nos últimos anos. No Distrito Federal, a produção de ovinos cresceu mais de 30% ao ano na última década (Paim et al., 2008), mas a produção de ovinos ainda se encontra aquém do potencial do país.

Sabe-se que a nutrição é um dos principais gargalos dos sistemas de produção por apresentar custos elevados, portanto é crescente a busca por alternativas de manejo nutricional que visem à redução dos custos no sistema produtivo. Neste cenário, a utilização de resíduos, sub-produtos e co-produtos da agroindústria tornam-se excelentes alternativas de suplementação na nutrição animal, em especial para ruminantes (Louvandini et al., 2007). O caroço de algodão é utilizado, tradicionalmente, na formulação de rações para ruminantes e tende a aumentar sua importância visto que sua utilização na dieta de animais monogástricos é limitada.

Os produtos oriundos da extração do óleo da semente do algodão também estão sendo utilizados nas formulações de ração para ruminantes em substituição ao farelo de soja de forma parcial ou integral, visto seu alto valor protéico (Abdalla et al., 2008)

No entanto, o uso do caroço e do farelo de algodão deve ser restrito devido a presença do gossipol. Esta substância em sua forma livre na alimentação animal tem ação bioativa e produz reações adversas nos sistemas circulatório, renal, respiratório e hepático desses animais, podendo levá-los ao óbito (EFSA, 2008). O efeito tóxico produzido pelo gossipol é mais intenso em animais monogástricos e pré-ruminantes, pois os ruminantes adultos conseguem desintoxicar parte deste componente no rúmen.

O gossipol pode ser encontrado na forma livre ou ligado a proteínas e, tanto a concentração quanto a disponibilidade, em ambas as formas, no caroço de algodão e produtos derivados deste é significativamente variável – de 200 a 17.700 mg/kg da MS (EFSA, 2008). Atualmente, a indústria de nutrição animal apresenta no mercado um produto comercial denominado “farelo de algodão de alta energia” com maior teor de óleo. No entanto, não há uma especificação precisa sobre o teor deste fator antinutricional nas embalagens destes produtos. O farelo de algodão é o terceiro farelo protéico mais produzido no mundo, perdendo

apenas para o farelo de soja e o farelo de canola. O farelo de soja, que ocupa o primeiro lugar nesta lista, apresenta produção anual próxima de 23,5 milhões de toneladas (Brasil, 2011).

Muitos estudos utilizando co-produtos derivados do algodão como fonte alimentar já foram realizados. A maioria deles com o objetivo de avaliar o desempenho animal em confinamento e para ponderar os efeitos tóxicos do gossipol na reprodução de machos e fêmeas. No entanto, pouco se sabe sobre o efeito dessa fonte de suplementação no produto final da ovinocultura de corte.

2. JUSTIFICATIVA

A carne ovina é produzida e consumida no mundo inteiro. O caroço de algodão e seus co-produtos são bastante utilizados como suplemento alimentar para esses animais. Sabe-se que nestes produtos está presente um fator antinutricional denominado gossipol. Além disso, a produção de farelo de algodão está crescendo, consideravelmente. No entanto, a determinação do teor de gossipol nos alimentos ainda é incipiente em nosso país, pois falta aporte analítico para isso. Assim, é necessário realizar estudos que preencham essas lacunas a fim de aumentar a produtividade e atender a exigência do mercado consumidor.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da suplementação nutricional, baseada na utilização do caroço de algodão e seus co-produtos na produção de cordeiros em terminação e avaliar a presença de resíduos na carcaça desses animais.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o desempenho e características da carcaça de cordeiros suplementados com diversas fontes nutricionais derivadas dos co-produtos da cotonicultura.

Avaliar se há evidências de intoxicação por gossipol nos animais avaliados.

Avaliar se há presença de gossipol na carcaça desses animais.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 CENÁRIO MUNDIAL DA OVINOCULTURA

A ovinocultura, antes direcionada para a produção de lã, vê hoje um mercado promissor na produção de carne, visto que esses animais apresentam fácil manejo, rápida

reprodução (média de três gestações em dois anos), e maior rentabilidade, pois o abate pode ocorrer a partir dos quatro meses de idade (Embrapa, 2006).

O consumo da carne ovina é relativamente baixo quando comparado ao de bovinos, aves e suínos. No Brasil, esse consumo apresenta uma média maior nas regiões sul e nordeste, pois contam com maiores rebanhos e com a tradição na produção de ovinos (Holanda Junior et al., 2003). A média de consumo *per capita* no país é de 700g/ano, valor considerado subestimado por Urano et al. (2006), pois grande parte do comércio de carne ovina ocorre de maneira informal. A produção anual de carne ovina no país está próxima de 57 mil toneladas. A demanda *per capita* na Nova Zelândia, país que se encontra entre os principais produtores, é de 30 kg/ano (FAO, 2007). Portanto, apesar de o rebanho ovino brasileiro ter apresentado um aumento de 26,1% nos últimos dez anos (IBGE, 2008), a produção nacional não tem conseguido atender à demanda interna, sendo necessária a importação desse produto. Segundo Leite (2003; citado por Holanda Junior et al., 2003), 50% da carne ovina consumida no Brasil é proveniente do Uruguai, Argentina e Nova Zelândia.

O Brasil possui capacidade de se enquadrar entre os principais países produtores de carne ovina. No entanto, diferentes estratégias e sistemas de produção devem ser aplicados buscando maior eficiência econômica e menor custo de produção, além da organização do setor.

Na produção de cordeiros para abate é necessário que o manejo alimentar permita rápida terminação do cordeiro e a obtenção de carcaças com características adequadas ao consumo (Frescura et al., 2005). A implantação de sistemas intensivos permite o aumento dos índices produtivos por manter um adequado manejo alimentar em épocas secas e de escassez de forragens (Cunha et al., 2008a), no entanto, a nutrição e a infraestrutura são os fatores que mais oneram a produção em confinamento. Segundo Barros et al (2009), a produção de animais em confinamento eleva o custo da produção em 33% quando comparado a um sistema de criação à pasto. Nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul o modelo de criação é geralmente em confinamento ou semi-confinamento, utilizando a suplementação alimentar a base de grãos, volumosos como o feno e também o pastoreio. Nessas regiões, a produção de grãos em grande escala favorece o emprego deste sistema, já que os resíduos e os co-produtos da cultura podem ser utilizados na nutrição animal e dessa forma, diluir os custos da produção.

As oleaginosas são frequentemente utilizadas na nutrição de ruminantes devido suas características nutricionais (Texeira & Borges, 2005). Dentre estas, o caroço de algodão

destaca-se por apresentar altas concentrações de lipídeos, que possibilitam elevar a densidade energética das dietas sem diminuir os teores de fibra e proteínas (Madruça et al, 2008).

No sistema de produção de carne, as características quantitativas e qualitativas da carcaça estão diretamente relacionadas ao produto final e o desempenho produtivo de ruminantes é diretamente proporcional ao potencial genético do animal e aos valores nutritivos da dieta, tais como: digestibilidade, consumo e eficiência energética dos alimentos fornecidos (Van Soest, 1994). Portanto, para a melhoria da produção e da produtividade, o conhecimento do potencial do animal em produzir carne é fundamental, e, entre as formas para avaliar essa capacidade, está o rendimento de carcaça, que pode variar entre 45 a 60%. No estudo de carcaças ovinas, o rendimento é, geralmente, o primeiro índice a ser considerado, expressando a relação percentual entre os pesos da carcaça e do animal (Alves et al., 2003).

A carne ovina produzida a partir de animais jovens tem maior aceitabilidade quando comparada à carne oriunda de animais adultos (Oliveira et al., 2004). Frescura et al. (2005) consideram que isto ocorre devido a pouca deposição de gordura e maciez da carne.

Os músculos, os ossos e a gordura são os constituintes básicos da carcaça (Santos et al. 2001). Pinheiro et al. (2007) compararam a composição tecidual dos cortes de carcaça em animais jovens e adultos. Seus resultados mostram que a maturidade fisiológica diminui a relação músculo:gordura. Siqueira et al., (2001) compararam a interferência do sexo e da idade na composição tecidual da carcaça de ovinos mestiços e recomendam o abate de cordeiro aos 28 kg, pois nessa fase, a relação músculo:gordura é menor. Segundo Silva & Peres, 2000, o peso ideal ao sacrifício dos animais é aquele em que a proporção de músculo é máxima e a de gordura suficiente para conceder à carne propriedades sensoriais adequadas à preferência do mercado consumidor.

A área de olho lombo medida, que representa a área do músculo dorsal (*Longissimus dorsi*) entre a 12ª e a 13ª costelas, é amplamente aceita e utilizada como um indicador da composição de carcaça (Pinheiro et al., 2009). O *Longissimus* possui maturidade tardia e de fácil mensuração, o que torna o músculo de preferência para este propósito. Silva & Peres (2000) compararam a composição tecidual das regiões de costelas, paleta e do quarto de cordeiros obtendo equações de regressão para predição de percentual dos tecidos na carcaça e verificaram coeficiente de determinação maior para a região de costela, seguidos de paleta e quarto. Carvalho et al., 1998 também verificaram os melhores coeficientes de determinação para costela ao verificarem a composição tecidual de ovinos.

A produção de ovinos exclusivamente a pasto prolonga o ciclo de abate desses animais, principalmente na região central do Brasil que apresenta pastagens degradadas e com baixa qualidade nutricional em determinados meses do ano, pois, esta região possui duas estações climáticas bem definidas: uma seca e outra chuvosa. Durante o período de seca as pastagens perdem valor nutritivo e deixa de atender à demanda animal. Portanto sistemas de confinamento ou semi-confinamento são os mais indicados para acelerar a cadeia produtiva de ovinos e antecipar o abate dos animais nessas regiões. Em geral, trabalhos de pesquisa demonstram superioridade nos pesos e rendimentos de carcaça de cordeiros confinados quando comparados a animais criados em pastagens abatidos na mesma idade (Macedo et al., 2000). Além disso, o confinamento reduz a incidência e a disseminação de verminoses que podem provocar redução na produtividade (Barros et al., 2009).

4.2. UTILIZAÇÃO DO CAROÇO DE ALGODÃO NA NUTRIÇÃO ANIMAL

Um dos co-produtos mais utilizados na alimentação de ruminantes é o caroço de algodão, principalmente na região Centro-Oeste, pois esta concentra grande parte da produção nacional de algodão. Na safra 2007/2008, a região Centro-Oeste produziu 62,8% do total de algodão produzido no país. Deste total, 61% correspondem à produção de caroço. Na safra 2008/2009 essa mesma Região teve uma redução de 5,4% na produção total de algodão. (CONAB, 2010). Entretanto, em um levantamento realizado pela CONAB, no mês de janeiro de 2011, constatou-se um crescimento na produção de grãos no Brasil e parte desse crescimento se deve ao aumento do cultivo de algodão, estimado em 56,1% em relação à safra 2009/2010.

A espécie de algodoeiro *Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch, mais plantada no mundo, com 33,31 milhões de hectares e que produz sementes com línter (cutas fibras de algodão que permanecem aderidas ao caroço mesmo após processo de separação) é responsável por 90% da produção mundial de algodão em caroço (Carvalho, 1996; Embrapa, 2003).

A cotonicultura visa principalmente a produção de fibras para a indústria têxtil, porém durante o beneficiamento do algodão ocorre o descaroçamento, procedimento em que ocorre separação entre a fibra e o caroço. Este último, além de corresponder à maior porcentagem da produção, ainda possui diversas finalidades. A semente é rica em óleo (18 a 25%) que pode ser utilizada, após extração e refinamento (neutralização, desodorização e

branqueamento), para consumo humano (Carvalho et al., 1996). Também pode ser adicionada na suplementação animal, substituindo a utilização do milho e da soja. O caroço de algodão possui 91% de matéria seca (MS), 23,0% de proteína bruta (PB), 19,0% de extrato etéreo (EE), 46,0% de fibra em detergente neutro (FDN), 36% de fibra em detergente ácido (FDA) e 82% de nutrientes digestíveis totais (NDT) (Valadares Filho, 2006), qualidades que fazem deste produto um bom suplemento protéico e energético em áreas onde a cultura do algodão está presente. Além disso, o caroço de algodão ainda exerce a função de fibra efetiva para ruminantes (Guimarães Junior et al, 2008) auxiliando no processo de mastigação e ruminação.

Existem dois tipos comerciais de caroço de algodão: alto línter ou caroço de algodão branco (variedade Akala ou Upland) e baixo línter (variedade Pima) (Carvalho, 1996; Rogers et al., 2002; Rogério et al., 2003; Zhang et al., 2007). Na base da matéria seca, variedades com menos línter possuem menos fibra e maior teor de gordura e proteína (Rogers et al., 2002).

Apesar da importância dos lipídeos na alimentação, tais como absorção de vitaminas lipossolúveis, fornecimento de ácidos graxos essenciais e deposição de gordura em produtos (Palmquist & Mattos, 2006), o alto teor de EE presente no caroço de algodão pode limitar a inclusão deste ingrediente em dietas para ruminantes. Animais herbívoros, normalmente possuem dietas contendo de um a quatro por cento de EE. Isso ocorre devido a pequena quantidade de lipídeos presentes na maioria dos vegetais (Van Soest, 1994). Porém pesquisas realizadas com ruminantes comprovam que a inclusão de EE em até 7% na dieta não altera a degradabilidade das fibras (Teixeira & Borges, 2005).

Diversas pesquisas (Coppock et al., 1987; Rogério et al., 2003; Teixeira & Borges, 2005; Cunha et al., 2008a) indicam que a inclusão do caroço de algodão até a proporção de 25% a 30% da dieta total, mantém o nível de ingestão de MS não havendo alteração na degradabilidade da fibra.

Dos produtos derivados do processamento do caroço de algodão integral, o farelo e a torta são os mais conhecidos e utilizados. Ambos resultam da remoção do óleo, que pode ser feita tanto pelo esmagamento mecânico do caroço como através do uso de solventes (Embrapa, 2003). Valores nutricionais do farelo e da torta de algodão são mostrados na Tabela 1.

Tabela 01. Composição bromatológica do farelo e da torta de algodão.

Co-produtos do algodão	MS	PB	EE	FDN	FDA	NDT
	%					
Farelo de algodão	89,6	32,1	1,94	36,7	31,2	69,7
Torta de algodão	89,0	33,8	9,67	55,6	32,6	50,9

MS= matéria seca; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; NDT= nutrientes digestíveis totais.

Fonte: Valadares Filho et al., 2006.

Ribeiro et al. (2007) mostraram uma redução no ganho de peso na terminação de bovinos alimentados com farelo de algodão, entretanto a fonte protéica (farelo de soja ou farelo de algodão) não afetou a qualidade da carcaça. De acordo com Pina et al. (2006) o farelo de algodão com 38% de PB pode ser utilizado para vacas leiteira de alta produção (25 Kg leite/dia) quando utilizada a silagem de milho como volumoso na proporção de 60% da dieta.

Voltolini et al. (2009) utilizaram diferentes fontes proteicas na formulação de concentrados para ovinos e observaram que não houve diferença de desempenho nos animais testados, podendo a torta de algodão substituir o farelo de soja. No entanto, para obtenção de um mesmo teor protéico, foi necessária utilização de 10% a mais de torta de algodão no concentrado em relação à soja.

Apesar das vantagens observadas na utilização dos produtos derivados da cotonicultura, existem limitações para o uso do caroço de algodão e seus co-produtos na alimentação de animais. Além de possuírem elevados teores de EE, o que pode interferir na degradabilidade de fibras, possui quantidades elevadas de um fator antinutricional denominado gossipol.

4.2.1 Gossipol

O gossipol é um aldeído polifenólico produzido por glândulas de secreção interna do algodoeiro (*Gossypium* ssp) que confere à planta resistência contra pragas. Está presente em toda a planta, porém em maior concentração nas raízes e sementes. É um pigmento amarelado tóxico que age como inibidor a atividade de diversas enzimas. As glândulas de gossipol são visíveis a olho nu como pequenos pontos esféricos de coloração escura (Carvalho, 1996).

O gossipol é encontrado na forma livre ou ligado a proteínas. Somente a forma livre é tóxica. No entanto, pesquisadores sugerem que o gossipol ligado pode ser convertido em gossipol livre no interior do trato gastrointestinal (Morgan, 1989).

A concentração de gossipol no algodoeiro pode variar de acordo com a espécie e variedade da planta, a temperatura, o solo, disponibilidade de água, o fertilizante utilizado e o estágio vegetativo. Segundo Randel et al. (1992) a presença de gossipol no algodoeiro tem relação positiva com a umidade dos solos e negativa com altas temperaturas. Geralmente, o caroço de algodão íntegro apresenta todo o seu conteúdo de gossipol na forma livre (Embrapa, 2003). Segundo Rogers et al., (2002) a concentração de gossipol no caroço de algodão pode variar, mas encontra-se entre 0,8% a 1,4% da MS da semente.



Figura 1. Foto ampliada do caroço de algodão. Fonte: www.meckvetmanual.com

Ademais, a forma de extração do óleo pode alterar a concentração de gossipol em sua forma tóxica, pois ambos os métodos de extração do óleo utilizam diferentes temperaturas, pressões e tempo de cozimento. Altas temperaturas e pressão favorecem a formação de ligações estáveis entre o gossipol e outras moléculas (Randel et al., 1992). Apesar de o caroço de algodão inteiro possuir maiores teores de gossipol, aparentemente, a toxicidade ocorre com mais frequência com a ingestão de farelo. Isso ocorre porque o gossipol contido no caroço é liberado de forma mais lenta e este permanece por mais tempo no rúmen. Segundo Rogers et al. (2002), a forma de extração do óleo através de solventes aumenta o teor de PB, no entanto, também incrementa o teor de gossipol livre. Desta forma, o farelo de algodão deve possuir teor de gossipol livre maior que a torta, obtida pelo processo de prensão do caroço de algodão para a extração do óleo, embora o teor de gossipol total não apresente diferença entre os dois métodos. (Randel et al., 1992).

A quantidade de caroço de algodão que pode estar presente na ração vai depender da concentração de gossipol presente no alimento, por isso a determinação deste composto se faz necessária.

Todos os animais, incluindo os seres humanos, são sensíveis ao gossipol, mas os monogástricos e pré-ruminantes parecem ser mais frequentemente afetados. Lordelo et al (2007) observaram alterações de coloração nos ovos de galinhas alimentadas com ração contendo 220 ppm de gossipol livre, ou seja, 0,022% da ração. Para a alimentação de suínos, o gossipol livre pode tornar-se tóxico para em concentrações abaixo de 0,002% na ração.

Os efeitos tóxicos normalmente só ocorrem após a exposição a grande quantidade ou em longo prazo ao gossipol, muitas vezes depois de semanas a meses. Mas a intensidade do efeito tóxico varia de acordo com o nível de consumo, o período de consumo, a idade do animal e das condições de estresse desse animal (Gamboa et al., 2001). O gossipol livre forma complexos estáveis com cátions, como do ferro, podendo reduzir a absorção de nutrientes ou trazer sérios problemas aos animais como perda de apetite, depressão da atividade respiratória, anemia, edemas pulmonares, fígado hipertrofiado, necrose muscular cardíaca e problemas reprodutivos (Risco et al. 1992; Rogers et al., 2002; Zhang et al., 2007). No exame *post mortem* pode ser encontrados: edema generalizado, congestão do pulmão e fígado, líquido na cavidade torácica e peritoneal e degeneração das fibras do coração (Zhang et al., 2007; EFSA, 2008). Infelizmente, os sinais clínicos apresentados na intoxicação por gossipol são muito semelhantes a outras doenças de natureza infecciosa, parasitária ou nutricional, dificultando um diagnóstico.

Mesmo quando animais adultos intoxicados não apresentam sintomas facilmente perceptíveis, há uma redução na ingestão de matéria seca e queda na produtividade, que pode persistir por longos períodos (Rogers et al., 2002; Zhang et al., 2007).

Risco et al. (1992) desenvolveram um experimento para estabelecer uma concentração segura de gossipol livre presente no farelo de algodão que pode ser fornecido aos animais. Testaram cinco tratamentos com teores crescentes de gossipol (0, 100, 200, 400 e 800 ppm de gossipol livre) e ofereceram à bezerros recém nascidos até que completassem 120 dias e observaram que as alterações clínicas só começaram a aparecer aos 90 dias de idade. Ao fim do experimento, a taxa de mortalidade do grupo com maior teor de gossipol livre na dieta foi de 33%.

Segundo EFSA (2008), quando humanos e ratos (ambos do sexo masculino) foram expostos à baixas doses de gossipol, os principais órgãos atingidos foram os testículos,

promovendo redução na espermatogênese, diminuição da motilidade espermática e na contagem de espermatozoides. A menor dose oral que inibiu a espermatogênese em humanos e macacos foram 0,1 e 0,35 mg/kg de peso vivo, respectivamente.

A maior resistência dos ruminantes ao gossipol se deve a ligação deste com proteínas solúveis no rúmen. Acreditava-se que a capacidade de detoxificação do gossipol no rúmen é maior que a capacidade de ingestão, desse modo o caroço e o farelo poderiam ser ingeridos sem restrições de quantidade. Porém, foi demonstrado por Hawkins et al. (1985) que a ingestão de 24 g por dia ou mais de gossipol, ultrapassa o poder de ligação das proteínas no rúmen.

Segundo o EFSA (2008) os efeitos reprodutivos e a fragilidade dos eritrócitos ocorrem a doses de 6 a 18 mg/kg de peso vivo por dia em vacas e a cardiomiopatia em cordeiros a doses de 2 a 3 mg/kg de peso vivo por dia.

Acredita-se que possa haver um acúmulo do gossipol na carne de animais alimentados com caroço de algodão ou derivados deste, o que levaria a alterações nas características organolépticas e sensoriais do produto. No entanto, estas alterações também podem ser causadas pelo excesso de ácidos graxos insaturados que escapam à biohidrogenação ruminal, visto que o caroço de algodão é rico nesse tipo de ácido graxo (Madruca et al., 2008).

Recomenda-se adicionar sulfato de ferro, óxido ou hidróxido de cálcio a dietas contendo caroço de algodão, para neutralizar os efeitos do gossipol. Entretanto, Moreira et al. (2006) testaram o efeito da suplementação de ferro na ração de leitões entre 15 kg a 30 kg alimentados com rações contendo até de 0 a 12% de farelo de algodão (330 ppm de gossipol livre) e não encontraram diferença entre os tratamentos. No maior nível de inclusão do farelo (12%) a quantidade de gossipol livre na dieta estava próxima de 40ppm. Tanksley Jr. (1992) e Morgan (1989) citam que, para suínos, os valores de gossipol livre que causam toxicidade estão próximos de 100 ppm. Para Ezequiel (2002) o nível máximo de gossipol livre no farelo de algodão que pode ser fornecido a suínos é de 400 ppm.

O farelo de algodão pode ser usado nas rações de crescimento de frango de corte, se o gossipol livre não exceder a 0,03%, pois abaixo deste nível o ferro, na proporção 2:1 ferro:gossipol livre, pode completamente superar o efeito antinutricional. Segundo Butolo (2002) a formulação das rações para aves de postura deve conter níveis de gossipol abaixo de 0,015%, considerado como limite.

Para bezerros e cordeiros com menos de quatro meses de idade não é recomendado o fornecimento superior a 100ppm de gossipol livre. Quanto mais velho o

animal, maior é a capacidade de detoxificação, no entanto, 400-600 ppm é tóxico para ruminantes jovens. Bezerros acima de quatro meses de idade toleram até 200 mg/kg (Morgan, 1989). Bovinos adultos podem tolerar quantidades muito maiores de gossipol livre, mas a toxicidade tem sido relatada com níveis de 800 ppm alimentado por um longo período de tempo (Morgan, 1989). O efeito tóxico do gossipol nos ruminantes parece ser acumulativo.

Comercialmente são encontrados farelo de algodão com teores de proteína que variam de 28% a 43%, sendo que a inclusão de casca é o que determina percentual de PB. Pesquisas comprovam a eficiência da utilização desse farelo como fonte protéica. Seixas et al. (1999) compararam a utilização de farelo de algodão e outras fontes protéicas no desempenho de bovinos confinados e não obteve diferença de resultados para GMD e conversão alimentar.

Segundo Carvalho (1996), existe em Lisboa uma legislação em vigor que estabelece 0,04% como teor máximo de gossipol admissível na farinha da semente de algodão, para que não haja risco à saúde humana, já ruminantes adultos podem alimentar-se com produtos contendo 0,1 a 0,4% de gossipol, sem perigo de intoxicação.

Pesquisadores da área de melhoramento genético desenvolveram espécies/variedades da planta de algodão sem glândulas de pigmento. No entanto, a técnica tornou-se limitada devido ao menor rendimento das culturas e o aumento da susceptibilidade de insetos e doenças. O aumento do gasto com manejo fitossanitário inviabilizou esta técnica (Carvalho, 1996).

4.2.2.Determinação do gossipol

Técnicos e produtores devem estar cientes dos riscos de intoxicação que o gossipol pode causar. Em algumas situações, este composto pode estar presente em um nível baixo e não provocar nenhum efeito ao animal, no entanto são necessários testes de rotina para detectar o nível de presença deste no alimento, visto que o teor de gossipol pode ser um fator limitante para a inclusão de caroço de algodão na dieta dos animais (Rogers et al, 2002).

Embora haja um grande número de pesquisas sobre os efeitos do gossipol na nutrição animal, não existe consenso sobre uma quantidade máxima de segurança do gossipol (livre ou total) nos ingredientes utilizados na formulação de ração destinada a animais. Segundo o EFSA (2008) o gossipol ingerido pode ser transferido para a musculatura ou leite

de animais de produção. No entanto não se tem informações sobre a biodisponibilidade desta molécula nos produtos de origem animal e o quanto afetaria a saúde humana.

Existe grande dificuldade de se extrair o gossipol em condições de laboratório. Fatores como a fotoinstabilidade faz com que a quantidade obtida seja muito pequena, já que este degrada-se rapidamente na presença de luz e à temperatura ambiente (Macedo, 2007).

Existe uma grande lacuna de conhecimento sobre a inclusão de caroço de algodão e seus derivados na dieta de pequenos ruminantes, o que demanda mais pesquisas na área.

CAPÍTULO ÚNICO - DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DA CARCAÇA DE OVINOS SANTA INÊS SUPLEMENTADOS COM CAROÇO DE ALGODÃO (*GOSSYPIUM SPP.*) E SEUS CO-PRODUTOS

1. INTRODUÇÃO

A ovinocultura apresenta fase crescente em diversos países. No Brasil o consumo anual de carne ovina por pessoa está próximo de 700g. No entanto a produção nacional não atende à esta demanda e é necessário a importação dessa carne de países vizinhos, que apresentam uma produção mais estruturada (Holanda Junior et al. 2003).

Sabe-se que a qualidade da carne produzida está relacionada com o tipo de dieta que o animal consome. Animais mantidos em regime exclusivo de pastagens apresentam maior conversão alimentar e demoram mais tempo para atingir o peso de abate (Macedo, 2000).

A utilização de co-produtos da agroindústria tem sido empregada para amortizar os custos da produção animal. Estudos comprovam que resíduos, sub-produtos e co-produtos da agricultura podem apresentar teores satisfatórios de energia e proteína, suprimindo a exigência nutricional e substituindo ingredientes frequentemente utilizados, como a soja e o milho. Sementes de oleaginosas são as mais usualmente empregadas devido à densidade energética que apresentam. Dentre estas, destaca-se o caroço de algodão, que tem sido adicionado na formulação de concentrados para ruminantes.

A produção mundial de algodão na safra 2007/2008 foi de 46×10^6 toneladas em 35 milhões de hectares, sendo que a China foi responsável por 31% da produção e a Índia, em segundo lugar, correspondeu a 23% da produção. A cotonicultura também é significativa para os Estados Unidos, Paquistão e Brasil. Na Europa é expressiva em países como a Turquia e a Grécia (Carvalho, 1996; EFSA, 2008). No processamento do algodão ocorre o descaroçamento da fibra dando origem às plumas, de interesse da indústria têxtil e ao caroço, que representa cerca de 60% da produção total do algodão.

Do caroço de algodão pode se extrair o óleo que já teve maior utilização na culinária humana, no entanto teve seu uso substituído pelo óleo de soja (Embrapa, 2003). Os produtos utilizados na nutrição animal podem ser o caroço de algodão integral, proveniente do descaroçamento e a torta e/ou farelo, provenientes da remoção do óleo.

O caroço de algodão e seus derivados apresentam elevados teores de proteína e energia (NRC, 2001), tornando-se uma excelente escolha para complementar a alimentação animal nas regiões onde a cotonicultura ocorre de forma expressiva.

Entretanto, a inclusão de caroço de algodão na dieta animal é restrita devido ao teor de extrato etéreo presente neste ingrediente e de gossipol, composto polifenólico que tem função de proteger a planta contra doenças e parasitas (Carvalho, 1996), mas que apresenta efeito tóxico aos animais quando ingerido em grandes quantidades ou por tempo prolongado (EFSA, 2008).

Animais monogástricos são mais susceptíveis à intoxicação por gossipol. Os ruminantes são capazes de desintoxicar este composto no rúmen devido à ligação deste com proteínas solúveis (Rogers et al., 2006).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho, a qualidade da carcaça e a presença de intoxicação ou de resíduos tóxicos na musculatura de ovinos alimentados com ou sem fontes de caroço de algodão na dieta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi realizado no Centro de Ovinos da Fazenda Água Limpa, de propriedade da Universidade de Brasília (UnB) no período de fevereiro a maio de 2010. A fazenda está localizada no Núcleo Rural Vargem Bonita – DF. A área experimental está localizada a 15° 56' 12.66" latitude Sul e 47° 55' 12.55" longitude Oeste, em uma altitude próxima a 1.000m acima do nível do mar. Segundo a classificação de Köppen, a região é caracterizada pelo clima tropical (Aw), com média pluviométrica anual entre 800 e 1000 mm, distribuída em dois períodos definidos (inverno seco e verão chuvoso).

2.2. ANIMAIS E INSTALAÇÕES

Foram utilizados 24 cordeiros da raça Santa Inês, machos não castrados com peso corporal médio inicial (PI) igual a $20,6 \pm 1,9$ kg e idade aproximada de quatro meses. Ao chegarem à fazenda, os animais foram submetidos a exames clínicos e coproparasitário. Foram tratados com cloridrato de Levamisol e receberam injeção intramuscular de vitaminas A, D e E nas doses recomendadas pelo fabricante.

Os animais foram distribuídos em baias individuais (1,20 X 1,80 m) em área de alvenaria coberta. No interior de cada baia havia cochos individuais para água, volumoso e

concentrado. A duração do experimento foi de 90 dias antecedido de um período de adaptação de sete dias.

2.3. ALIMENTOS

As dietas foram elaboradas de acordo com o NRC (2006) tendo em vista atender às exigências de proteína e energia metabolizável para manutenção e ganho médio diário de 200g, sendo isoprotéicas, para obter 14% de PB e 7% de EE. As dietas foram constituídas de volumoso (feno de Coast cross – *Cynodon dactylon* (L.) Pers) triturado e concentrado oferecidos na proporção de 60:40, respectivamente. A avaliação bromatológica do feno utilizado está representada na Tabela 2. Os ingredientes utilizados para a formulação dos concentrados tiveram como base a inclusão ou não de produtos oriundos da cotonicultura, sendo utilizados o milho e a soja para igualar o teor de proteína. Os diferentes concentrados foram fornecidos em quantidades iguais diferindo apenas na qualidade dos ingredientes, formando assim, os quatros tratamentos:

1. Grupo controle (CO): sem a inclusão de co-produtos da cotonicultura;
2. Caroço de algodão (CA): 40% de inclusão de caroço de algodão no concentrado;
3. Farelo de algodão (FA): 40% de inclusão de farelo de algodão no concentrado;
4. Torta de algodão (TA): 40% de inclusão de torta de algodão no concentrado.

O sal mineral e a uréia foram adicionados aos concentrados na mesma quantidade para todos os grupos e nos tratamentos CO, FA e TA foi adicionado óleo de soja para igualar à concentração de extrato etéreo presente no tratamento CA. A ração completa (volumoso + concentrado) foi fornecida, diariamente, pela manhã (8h) e à tarde (17h). As quantidades de volumoso e concentrado ofertadas foram ajustadas de acordo com o desenvolvimento dos animais. A composição dos concentrados utilizados e a avaliação química dos mesmos encontram-se na Tabela 2.



Figura 2. Ingredientes utilizados na formulação das rações. a) caroço de algodão; b) farelo de algodão e c) torta de algodão. Fonte: Arquivo pessoal.

2.3.1. Avaliação dos alimentos

As análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE) foram determinadas segundo a metodologia de Silva & Queiroz (2002). As determinações da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram feitas conforme metodologia de Van Soest et al. (1994), seguindo as recomendações do fabricante do aparelho ANKON.

Os valores de NDT dos concentrados foram calculados com base na digestibilidade de matéria seca (DMS) segundo a equação: $NDT = 9,6134 + 0,8294DMS$ ($r^2=0,98$; $p<0,01$), descrita por Capelle et al. (2001) e do volumoso, de acordo com a equação: $NDT = 3,0004 + 0,9553 DMS$ ($r^2=0,88$; $p<0,05$) proposta por Rocha Júnior et al. (2003). A digestibilidade *in vitro* foi obtida pelo método descrito por Tilley & Terry (1963), seguindo as recomendações do fabricante do aparelho ANKON.

Tabela 2. Composição química das dietas e formulação dos concentrados fornecidos aos animais.

Composição química	FENO	CO	CA	FA	TA
Matéria seca (%)	90,78	90,96	91,88	91,84	91,5
Proteína bruta (%)	5,30	24,08	25,29	23,53	22,63
Matéria mineral (%)	8,55	5,6	5,86	5,43	6,16
Extrato etéreo (%)	2,17	8,15	10,69	11,04	13,66
Fibra em detergente neutro (%)	86,09	70,68	70,64	69,17	65,98
Fibra em detergente ácido (%)	52,90	17,73	28,41	27,01	26,27
Nutrientes digestíveis totais (%)	57,58	81,64	73,73	69,31	74,16
Digestibilidade	57,13	86,85	77,30	71,98	77,82
Teor de gossipol livre (ppm)	0	0	1020	350	430
Concentrados					
Ingredientes	CO	CA	FA	TA	
Milho triturado (g/kg)	658,0	351,0	440,0	400,0	
Farelo de soja (g/kg)	342,0	249,0	160,0	200,0	
Caroço de algodão (g/kg)	0,0	400,0	0,0	0,0	
Farelo de algodão (g/kg)	0,0	0,0	400,0	0,0	
Torta de algodão (g/kg)	0,0	0,0	0,0	400,0	
Óleo de soja (ml/kg)	89,54	0,0	94,95	96,54	
Uréia (mg/kg)	30,0	30,0	30,0	30,0	

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de fontes de caroço de algodão); CA: Caroço de algodão; FA: Farelo de algodão; TA: Torta de algodão.

2.3.2. Quantificação do gossipol nos alimentos

A análise do teor de gossipol dos materiais utilizados (torta, farelo e caroço de algodão) foi realizada no Laboratório de Química Analítica Ambiental (LQAA) da Universidade de Brasília pelo método de Espectrofotometria UV-VIS. Após recolhimento, as amostras foram moídas com auxílio de um almofariz. Em seguida foram armazenadas sob a temperatura de -20°C.

Para realizar a análise da amostra por UV-VIS a quantificação de gossipol foi medida através do método adaptado de Botsoglou (1991). Para o cálculo, foi utilizada a segunda derivada das alturas D1e D2. O teor de gossipol dos concentrados (ppm) está representado na Tabela2.

2.4. DESEMPENHO ANIMAL E CONSUMO DE VOLUMOSO

O desempenho foi obtido através da pesagem individual dos animais. O peso inicial foi realizado imediatamente a chegada dos animais à fazenda e o procedimento repetido quinzenalmente a fim de obter o ganho médio diário (GMD). As pesagens foram efetuadas pela manhã, com período de jejum de aproximadamente 10 horas.

O consumo de forragem foi determinado subtraindo as sobras da quantidade que foi oferecida. Esse controle foi realizado três vezes por semana. Ao final do experimento, obteve-se a média de consumo de cada tratamento.

A partir do consumo e do GMD foi obtido a conversão alimentar que é expressa pela razão entre ambas variáveis. Para este cálculo, foi considerado o consumo e o ganho de peso nos mesmos períodos.

O grau de infecção dos ovinos por verminose foi avaliado por meio da contagem de ovos por grama de fezes a cada 30 dias e, quando necessário, foi aplicado anti-helmíntico durante o período experimental.

2.5. COLETAS DE SANGUE

Foram realizadas coletas de soro e plasma sanguíneo dos animais a cada quinze dias. A primeira coleta foi efetuada antes do fornecimento da alimentação aos animais (D0) e a repetição se deu em intervalos de quinze dias, D15, D30, D45, D60, D75 e D90, respectivamente.

O sangue foi coletado por punção da veia jugular em dois tubos: um tubo à vácuo com EDTA como anticoagulante e um segundo sem anticoagulante. Após a coleta, os tubos com anticoagulante foram enviados ao Laboratório de Patologia Clínica Veterinária onde foram realizados exames de hemograma completo. Os tubos sem anticoagulante foram centrifugados para a separação de soro. Este foi armazenado em tubos polietileno e armazenados a -20 °C até análise.

2.6. HEMOGRAMA E BIOQUÍMICA DE SORO SANGUINEO

O hemograma foi realizado com o auxílio de um contador automático da marca ABX, modelo 22P ABX Micros 60.

Para a realização dos procedimentos bioquímicos, o soro sanguíneo dos animais foi descongelado e procedeu análises de creatinina, uréia, GGT, ALT e albumina. Foram utilizados kits bioquímicos Labtest® e aparelho de espectrofotometria Bioplus, modelo Bio-2000.

2.7. ABATE DOS ANIMAIS

Antes de serem abatidos, animais foram submetidos a jejum dietético e hídrico de 24 horas e posteriormente foi realizada a pesagem, obtendo o peso vivo ao abate (PVA). Em seguida, os ovinos foram abatidos segundo normas vigentes no RIISPOA (Brasil, 1997).

Após a sangria e evisceração, foi obtida a carcaça inteira do animal, determinando o peso de carcaça quente (PCQ) e o rendimento de carcaça quente (RCQ), através da equação: $RCQ=PCQ/PVA*100$. As carcaças foram resfriadas em câmara frigorífica com temperatura inferior a $4^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ por 24 horas. Após esse período, a carcaça foi novamente pesada e obteve-se o peso da carcaça fria (PCF). Para calcular o rendimento de carcaça fria (RCF) utilizou-se a fórmula: $RCF=PCF/PVA*100$ e a para perda por resfriamento (PR), $PR=(PCQ-PCF)/PCQ*100$. Em seguida, foi realizado um corte longitudinal ao longo da coluna vertebral partindo a carcaça ao meio. Da meia carcaça direita foram extraídas a 11ª e a 12ª costelas. O material coletado foi armazenado em freezer (-18°C) até a avaliação do mesmo. Ao início das análises, os músculos foram descongelados em geladeira convencional por, aproximadamente, 24 horas.



Figura 3. Carcaça de ovinos após a esfolagem, evisceração e retirada da cabeça e extremidade dos membros. Fonte: arquivo pessoal.

2.7.1. Composição tecidual

A composição tecidual da 12^a costela, extraída através do corte transversal na face posterior da 11^a costela e a face posterior da 12^a costela, foi obtida pela dissecação da mesma. Este processo envolve a separação dos tecidos muscular, ósseo e adiposo. Após a dissecação, os componentes foram pesados separadamente. Para os cálculos de representação percentual de cada tecido, foi calculada a razão entre o peso destes sobre o peso total da costela e o valor foi multiplicado por 100 para expressar porcentagem. Os componentes teciduais da costela foram triturados em conjunto e, posteriormente, foram realizadas análises químicas (MS, PB, EE e MM) de acordo com a AOAC (1995).



Figura 4. Tecidos constituintes da 12^a costela após dissecação. Músculo, gordura e osso. Fonte: arquivo pessoal.

2.7.2. Área de olho de lombo (AOL)

Através do corte transversal do músculo *longíssimus dorsi* na 12^a costela foi determinada a área de olho de lombo (AOL), utilizando-se uma folha transparente e transferindo, em sequência, o desenho da área para uma folha com padrão quadriculado (1cm²) especialmente para esta finalidade, conforme representado na Figura 5.



Figura 5. Representação do cálculo da área de olho de lombo (AOL). Fonte: arquivo pessoal.

2.7.3. Determinação de gossipol na musculatura

A determinação de gossipol presente na musculatura foi realizada pelo Laboratório de Química Analítica e Ambiental (LQAA) da Universidade de Brasília.

Para a análise de gossipol na musculatura foi utilizada a musculatura da 11^a costela. As amostras do músculo permaneceram congeladas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o momento das análises. A análise foi realizada de acordo com o método adaptado e otimizado de Wang (1987). Aproximadamente, 1,0 g do músculo *in natura* previamente homogeneizado foi pesado. A etapa de extração das amostras consistiu da adição de 3,0 mL da mistura extratora (mistura acetonitrila 0,1% ácido acético e acetato de etila, 2,5:0,5, v/v) à amostra. Procedeu-se à agitação em mesa agitadora por um período de 12 horas. Em seguida as amostras foram centrifugadas e lavadas por 3 vezes utilizando-se o mesmo volume da mistura extratora. Reservou-se, após a centrifugação, a fase orgânica. Avolumou-se os extratos para 10,0 mL com a mesma solução extratora. Após a centrifugação o extrato foi filtrado em filtro tipo seringa contendo lã de vidro, membrana de fibra de vidro (0,46 μm) e 100 mg de carvão

ativado. Em seguida procedeu-se à análise cromatográfica. Os testes de extração foram realizados em triplicata.

Na Figura 6 é apresentado um fluxograma com as etapas básicas da extração das amostras.

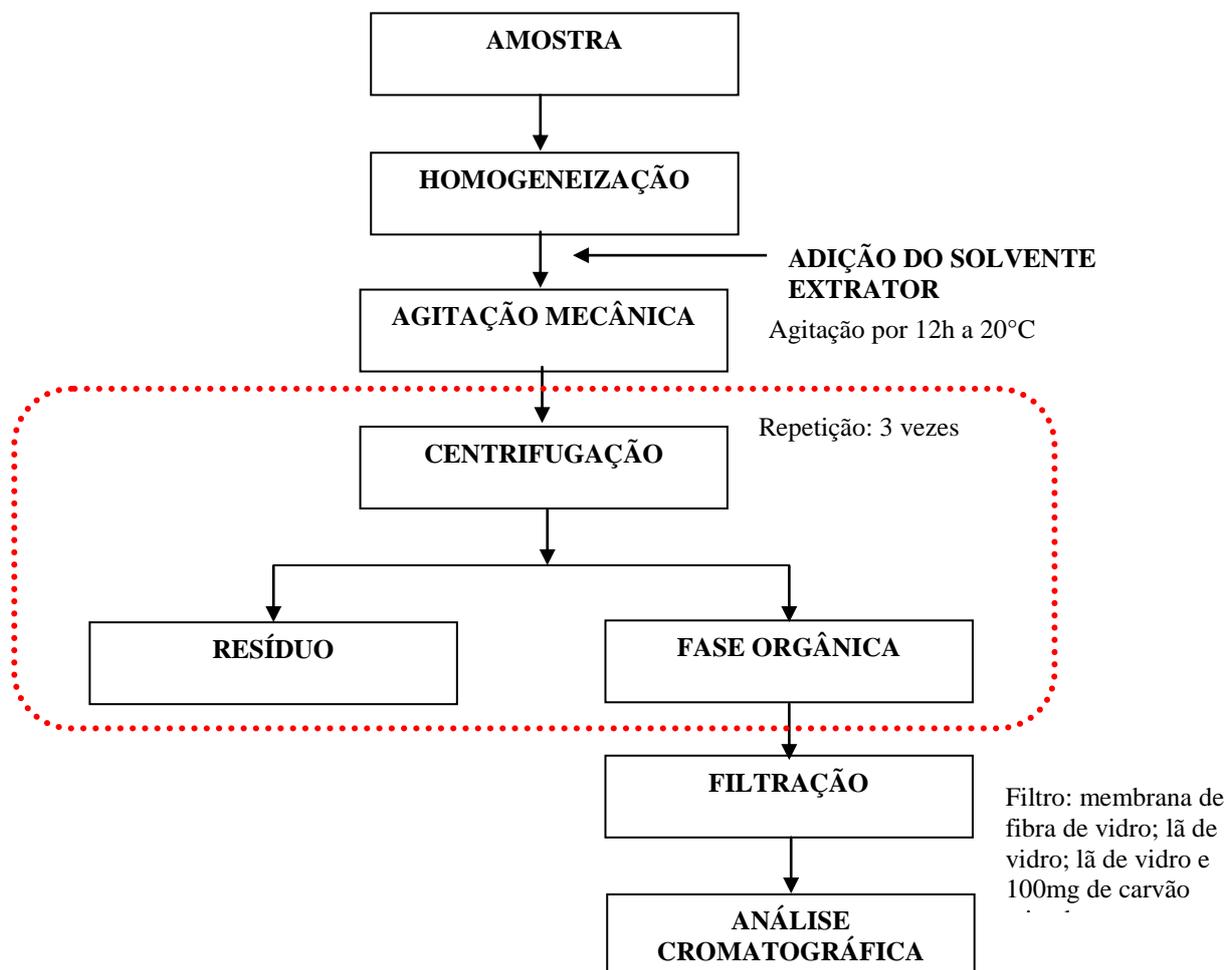


Figura 6: Fluxograma com as etapas básicas para a extração de gossipol em músculo.

As determinações analíticas foram realizadas empregando-se um cromatógrafo Perkin-Elmier, com bombas modelo 200S e detector UV-Vis. Foi utilizada uma coluna C18 (ACE), de 15 cm de comprimento, diâmetro interno de 4,6 mm e o tamanho da partícula 4 μm . O volume de injeção foi de 20 μL .

As condições cromatográficas otimizadas foram: fluxo: 0,4 mL/min; fase móvel, Metanol – solução de ácido fosfórico 0,1%, 9:1, v/v; comprimento de 254 nm. O tempo de corrida total foi de 20 minutos. O tempo de retenção médio do padrão foi de 10.6 minutos.

2.8. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado empregando-se um delineamento inteiramente casualizado, onde foram utilizados quatro tratamentos (um sem e três com fonte de caroço de algodão) com seis repetições. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Statistical Analysis System (SAS, 1999), utilizando a análise de variância (ANOVA) e testes estatísticos pertinentes à comparação entre as médias, para aferir possíveis diferenças, quanto aos tratamentos propostos para o experimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso inicial, a ingestão de MS total (volumoso+concentrado) diária, o ganho médio diário e a conversão alimentar dos ovinos estão representados na Tabela 3. A ingestão média de MS encontrada neste trabalho (869,7 g/dia) foi considerada adequada quando comparadas à recomendação do NRC (2006) para ovinos com maturidade tardia, de 780 g de MS/dia para animais de 20 kg de peso vivo e de 1,05kg de MS/dia para animais com 30 kg de peso vivo.

O consumo de MS total apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) entre os grupos e a ingestão média diária foi maior para os tratamentos que obtiveram fontes de caroço de algodão em sua dieta. Observa-se, portanto, que o caroço de algodão e seus co-produtos foram bem aceitos pelos animais e ainda houve estímulo de consumo de volumoso uma vez que a quantidade ofertada de concentrado foi a mesma em todos os tratamentos.

Tabela 3. Peso inicial, consumo de matéria seca diária e desempenho de ovinos alimentados com ou sem produtos derivados do caroço de algodão.

	CO ¹	CA	FA	TA	Média	CV (%)
Peso inicial (kg)	20,6	20,6	20,8	20,2	20,5	9,26
Consumo total (g/dia)	817,3 ^b	906,3 ^a	893,2 ^a	862,1 ^a	869,7	23,96
GMD (g)	146,5	145,2	160,5	126,4	145,4	25,47
Conversão alimentar	5,6	6,3	5,6	5,4	5,8	15,56

^aMédias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem significativamente pelo teste de Tukey.

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de fontes de caroço de algodão); CA: Caroço de algodão; FA: Farelo de algodão; TA: Torta de algodão.

Cunha et al. (2008 a), ao incluírem caroço de algodão integral na dieta de ovinos Santa Inês, observaram comportamento semelhantes entre os grupos para o consumo médio diário de MS (1,195 kg/dia). Entretanto, notou-se inibição do consumo nos níveis mais

altos de inclusão (30 e 40%) devido ao aumento no teor de lipídeos das rações, que ultrapassaram 6%. O mesmo comportamento foi observado por Urano et al. (2006) quando houve aumento do teor de grão de soja e, conseqüentemente, de densidade energética na ração.

O ganho médio diário oscilou de 126,4 g/cab a 160,5 g/cab não havendo diferença significativa entre os tratamentos. Estes valores estão dentro daqueles encontrados em ovinos Santa Inês com dieta contendo 60% de volumoso e 40% de concentrado em animais confinados (Louvandini et al., 2007; Souza et al., 2008). A qualidade do feno aqui deve ter comprometido o desempenho animal. Os microorganismos ruminais necessitam de energia proveniente da fermentação de carboidratos para se multiplicarem e sintetizarem proteína microbiana, que supri parte da demanda protéica do animal (Owens & Zinn, 1988). Logo, o GMD foi inferior ao estimado que, originalmente, foi programado para 200 g/animal/dia.

No entanto, valores semelhantes de GMD foram observados por Madruga et al. (2008) quando incluíram 30% do caroço de algodão integral às dietas de ovinos Santa Inês e por Cunha et al. (2008 a) ao incluir caroço de algodão nas proporções de 20, 30 e 40% na dieta de ovinos. Pelegrini et al., (2008) alimentaram ovelhas das raças Ideal e Texel com uma dieta com 14% de PB, composta de 60% silagem de sorgo e 40% concentrado (milho + soja) e obtiveram GMD de 183g.

A conversão alimentar não diferiu entre os tratamentos, apresentando média de 5,8 e está próximo aos valores encontrados por Cunha et al. (2008 b) que variaram entre 6,01 a 7,62 para ovinos Santa Inês na mesma faixa de peso.

Não houve influência dos tratamentos ($P>0,05$) para PF e PVA, cujas médias foram 33,00 kg e 30,24 kg, respectivamente, como representado na Tabela 4. Apesar de todos os animais apresentarem pesos semelhantes ao abate, o PCQ, PCF, RCQ e RCF apresentaram diferenças significativas ($P<0,05$). O PCQ e PCF apresentaram o mesmo comportamento. Observam-se médias maiores para o tratamento FA em relação ao CA. Os outros tratamentos não obtiveram médias diferentes significativamente. Já para o RCQ e RCF foram maiores para o grupo CO (46,87% e 45,85%) quando comparado ao CA (43,76% e 42,64%).

Os valores de RCQ obtidos neste experimento estão próximos dos valores encontrados por Cunha et al. (2008 b), que alimentaram cordeiros Santa Inês com níveis crescentes de caroço de algodão integral (0, 20, 30 e 40%) na dieta e obtiveram médias de RCQ e RCF de 47,64 e 46,60% respectivamente e por Santos et al. (2006) que obtiveram 46,28% de RCQ e 45,70 de RCF em cordeiros Santa Inês terminados com dietas à base de

granola e seus subprodutos. Resultados semelhantes também foram obtidos por Alves et al. (2003) que, utilizando dietas com nutrientes digestíveis totais próximos ao deste estudo para ovinos Santa Inês, encontraram rendimento de carcaça quente variando de 45,53 a 50,08%.

Sousa et al. (2009) encontraram RCQ e RCF iguais a 45,3 e 42,4%, respectivamente, em ovinos Santa Inês alimentados com uma dieta de 60% de volumoso e 40% de concentrado e pesando média de 30 kg ao abate.

Valores superiores de rendimento de carcaça foram obtidos por Pinheiro et al (2009) que avaliaram o rendimento de carcaça de cordeiros mestiços (Ille de France x Ideal) mantidos a pasto e recebendo 1% do peso vivo em concentrado, com peso médio ao abate de 32 kg e encontraram RCQ próximos de 48,99%. A prática de cruzamento pode contribuir para o aumento da eficiência dos sistemas de produção, visto que visa explorar os benefícios da heterose nas características econômicas, especialmente naquelas em que a seleção individual ou em massa são pouco efetivas (Osório et al., 2002).

Tabela 4. Características da carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com ou sem produtos derivados do caroço de algodão.

	CO ¹	CA	FA	TA	Média	CV(%)	DP
Peso final (kg)	32,50	32,43	33,80	33,32	33,00	5,78	1,90
PVA (kg)	29,37	29,80	31,37	30,40	30,24	5,17	1,56
PCQ (kg)	13,80 ^{ab}	13,05 ^b	14,42 ^a	13,58 ^{ab}	13,71	8,09	1,10
PCF (kg)	13,50 ^{ab}	12,71 ^b	14,08 ^a	13,32 ^{ab}	13,41	8,17	1,09
RCQ (%)	46,87 ^a	43,76 ^b	46,00 ^{ab}	44,56 ^{ab}	45,33	4,74	2,14
RCF (%)	45,85 ^a	42,64 ^b	44,93 ^{ab}	43,70 ^{ab}	44,31	4,75	2,10
PR (%)	2,15	2,57	2,33	1,92	2,25	28,72	0,64

^aMédias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem significativamente pelo teste de Tukey.

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de fontes de caroço de algodão); CA: Caroço de algodão; FA: Farelo de algodão; TA: Torta de algodão.

Garcia et al. (2000) obtiveram RCQ de 53,1% em cordeiros Santa Inês confinados com casca de café. Urano et al. (2006), que alimentaram cordeiros Santa Inês com níveis crescentes de grão de soja na dieta, verificaram RCQ e RCF com médias de 48,9 e 47,7% respectivamente. Kandyllis et al. (1998) observaram que cordeiros Karagouniko alimentados com níveis crescentes de caroço de algodão (5, 10, 15, 20 e 30%) na dieta, abatidos com 30 kg de peso corporal, também não apresentaram diferenças entre os tratamentos para os RCQ e RCF, sendo as médias de 48,2 e 46,7%, respectivamente.

A perda por resfriamento (PR) expressa a diferença de peso após o resfriamento da carcaça, estando em função, principalmente, da quantidade de gordura de cobertura e da perda de umidade. As perdas de peso por resfriamento (PR) variaram de 1,92 a 2,57%, com média de 2,25%, valores considerados normais de acordo com Urano et al. (2006); Alves et al. (2003) e Cunha et al. (2008b).

As PR observadas neste estudo foram menores que as de 4,91; 3,04; 4,30 e 3,34% observadas por Siqueira et al. (2001) ao avaliar o rendimento de carcaça de ovinos Ille de France x Corriedale, abatidos com pesos corporais de 28, 32, 36 e 40 kg, respectivamente. Cunha et al. (2008) encontraram valor médio de PR de 2,10% em carcaças de ovinos Santa Inês pesando 15,35kg. No entanto, neste experimento, as carcaças foram embaladas em sacos plásticos durante o período de resfriamento, o que pode interferir no menor valor encontrado.

Segundo Martins et al. (2000), em ovinos, de forma geral, os índices de perda por resfriamento estão em torno de 2,5%, podendo ocorrer oscilação entre 1 e 7%, de acordo com a uniformidade da cobertura de gordura, o sexo, peso, temperatura e umidade relativa da câmara fria. Pinheiro et al. (2009) verificaram que animais mais velhos apresentam menores perdas por resfriamento pela desidratação quando comparado a animais mais jovens e atribuíram esse fato à maior espessura de gordura subcutânea em animais maduros.

Osório et al. (2002), ao estudarem o cruzamento de cordeiros Border Leicester com Corriedale e Ideal, abatidos aos 6 meses de idade, obtiveram perdas de peso ao resfriamento de 7,15%, decorrentes de animais em crescimento, portanto o tecido adiposo sobre a carcaça não se apresentou uniforme e com espessura adequada, promovendo maior exposição e ressecamento da carcaça ao frio em câmara fria.

Carcaças mais pesadas e com maior rendimento nem sempre significam carcaças de melhor qualidade, pois podem apresentar maiores proporções de gordura ou tecido ósseo. Portanto, é necessário produzir animais com alto rendimento de carcaça, desde que esse rendimento seja composto por grande proporção de músculos e quantidade adequada de gordura, visando proteger a carcaça durante o resfriamento em câmara frigorífica e conferir atributos sensoriais desejáveis pelo consumidor (Pinheiro et al., 2009).

A medida da AOL realizada no músculo *Longissimus dorsi* tem se mostrado diretamente associada ao total de músculos na carcaça, enquanto a espessura de gordura subcutânea, diretamente ao total de gordura na carcaça e indiretamente à quantidade de músculos, uma vez que, quanto maior o acúmulo de gordura, menor a proporção de músculos (Forrest et al., 1975). Portanto a AOL pode ser utilizada para expressar a musculosidade da carcaça.

O peso e a composição tecidual, a AOL e a análise química da 12^a costela estão representados na Tabela 5. Não houve efeito de tratamento para o peso total da 12^a costela, entretanto, para composição tecidual (músculo, osso e gordura) e a AOL houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos.

A AOL foi maior para FA (11,95 cm²) em relação a CA (9,00 cm²). Os tratamentos TA e CO obtiveram valores intermediários de AOL e não se diferenciaram dos demais grupos. Pinheiro et al. (2009) encontraram valores de áreas de olho de lombo semelhantes para cordeiros com peso ao abate igual a 32 kg. Sousa et al. (2009) obtiveram AOL igual a 11,1 cm² para cordeiros Santa Inês abatidos aos 30 kg. Urano et al. (2006) obtiveram médias de AOL de 14,8 cm² em ovinos Santa Inês alimentados com grãos de soja na ração, entretanto a média de peso ao abate destes animais foi de 37,7 kg e Oliveira et al (2002) observaram AOL de 18,1 cm² em ovinos da mesma raça abatidos com 45 kg de peso vivo. Estes resultados indicam relação positiva entre o peso do animal ao abate e a AOL.

Huerta-Leidnenz et al. (1991) investigaram o impacto da adição de caroço de algodão em novilhos Hereford confinados e não observaram efeito deste sobre o peso de carcaça quente e espessura de gordura subcutânea. Entretanto a área de olho de lombo foi maior para os animais alimentados com a dieta controle (sem adição de caroço de algodão) em relação aos alimentados com 30% de caroço de algodão.

A separação física dos componentes avaliados na 12^a costela indica que não houve diferença de deposição de tecido adiposo entre os tratamentos, no entanto a proporção de tecido muscular e ósseo se difere entre os grupos, como observa-se na Tabela 5. A estimativa de musculabilidade dos animais que continham torta de algodão na dieta foi maior quando comparado aos grupos CO e CA. Esta observação, adicionada à informação de maior proporção de osso no tratamento CO em relação à TA é o que explica a diferença significativa ($P < 0,05$) da relação músculo:osso do grupo TA em relação à CO. Cunha et al. (2008 b) observaram que os animais alimentados com caroço de algodão integral apresentaram menor AOL e percentual de músculo do que os animais do grupo controle, sem adição de caroço de algodão na dieta.

Embora a porcentagem de musculatura se diferencie entre os tratamentos, a relação músculo:gordura foi igual para todos os grupos e estão próximas à encontrada por Siqueira et al. (2001), que avaliou a interferência do sexo e da idade nos componentes da carcaça de ovinos mestiços, onde os machos abatidos com 28 kg apresentaram relação músculo:gordura do lombo igual a 2,72 e da perna igual a 6,03. Cunha et al. (2008 b) obtiveram valores iguais a 7,88 para a mesma relação no corte da perna. O maior valor da

relação músculo:gordura obtidos por estes autores comprova que nos cortes correspondentes a região posterior de ovinos há uma maior composição de tecido muscular enquanto o lombo se aproxima mais da composição tecidual presente nas costelas.

Tabela 5. Avaliação da 12^a costela de ovinos Santa Inês alimentados com ou sem produtos derivados do caroço de algodão.

Avaliação 12 ^a costela						
	CO ¹	CA	FA	TA	Média	CV (%)
Peso (g)	103,53	92,16	105,85	91,01	98,45	22,90
AOL (cm ²)	11,09 ^{ab}	9,00 ^b	11,95 ^a	11,05 ^{ab}	10,76	16,22
Composição tecidual						
Musculo (g)	52,13	53,31	56,56	59,77	54,44	25,19
Gordura (g)	21,94	22,92	19,98	19,94	20,88	31,55
Osso (g)	25,92 ^a	23,75 ^{ab}	23,46 ^{ab}	20,28 ^b	23,01	26,37
Músculo (%)	52,13 ^b	53,32 ^b	56,56 ^{ab}	59,78 ^a	55,25	7,94
Gordura (%)	21,94	22,93	19,98	19,94	21,25	17,76
Osso (%)	25,93 ^a	23,75 ^{ab}	23,46 ^{ab}	20,28 ^b	23,49	18,38
Musculo:Gordura	2,43	2,36	2,99	3,11	2,70	23,84
Músculo:Osso	2,07 ^b	2,45 ^{ab}	2,47 ^{ab}	3,09 ^a	2,48	28,94
Análise química (%)						
MS	45,13 ^a	41,43 ^{ab}	41,39 ^{ab}	39,81 ^b	42,03	9,90
PB	43,79 ^b	49,74 ^a	48,12 ^{ab}	51,79 ^a	48,21	9,92
EE	42,83	37,92	35,76	37,93	36,63	19,82
MM	14,53	16,89	15,35	12,38	14,89	38,32

^aMédias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem significativamente pelo teste de Tukey.

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de fontes de caroço de algodão); CA: Caroço de algodão; FA: Farelo de algodão; TA: Torta de algodão.

A relação músculo:osso foi maior ($p < 0,05$) para TA em relação a CO. Esta relação indica que, apesar de o tratamento CO apresentar maior rendimento de carcaça, o componente osso está presente em maior porcentagem. Conforme Louvandini et al. (2007), isto não é desejável visto que músculo adiciona maior valor econômico à carcaça.

A composição química da 12^a costela só apresentou efeito de tratamento para MS e PB. A MS observada foi maior para o tratamento CO em relação a TA. Esse fato já era esperado, visto que a relação músculo:osso obteve mesmo comportamento e o tecido ósseo apresenta teor de matéria seca superior aos demais componentes. Louvandini et al. (2006) e Louvandini et al. (2007) também avaliaram a composição química da 12^a costela e encontraram valores semelhantes de MS e MM.

Os valores observados de PB apresentaram efeito de tratamento ($p < 0,05$), sendo que o grupo controle apresentou menor valor quando comparado aos tratamentos CA e TA. Louvandini et al. (2006) encontraram valores de PB na 12^a costela iguais próximos de 60% em ovinos alimentados com rações contendo elevados teores de proteína e apresentando maior percentual de musculatura quando comparados ao do presente estudo. Louvandini et al (2007) encontraram valores inferiores para PB da 12^a costela. Ao avaliarem a substituição do farelo de soja pelo farelo de girassol encontraram valor médio de PB igual a 46,3%. No entanto, o teor de proteína das dietas oferecidas foram menores ao do presente estudo, o que pode explicar essa diferença encontrada.

O teor de EE encontrado foram superiores à outros trabalhos. Louvandini et al. (2006) encontraram teores variando de 17,2 a 19,3% para ovinos abatidos com 19,5 kg alimentados com uma dieta contendo aproximadamente 20 g/kg de extrato etéreo e Louvandini et al. (2007) encontraram EE da 12^a costela variando entre 28,38 a 30,61% em animais alimentados com farelo de girassol em substituição à soja e abatidos com peso médio de 25,83 kg.

Os teores encontrados neste trabalho, provavelmente, devem-se ao maior peso que os animais apresentaram ao abate, visto que animais mais velhos proporcionam maior deposição de gordura, e ao elevado teor de EE contido na dieta (próximo de 7%).

Parâmetros sanguíneos

Alguns dos exames sanguíneos realizados apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) durante o experimento, no entanto, as concentrações observadas estavam dentro dos valores de referências estabelecidos por Pugh (2005), conforme observado na Tabela 6. Não houve efeito de tratamento para as variáveis: número de hemácias, concentração de hemoglobina e número de leucócitos. O volume globular (hematócrito) e o número de plaquetas por mL sanguíneo diferiram, significativamente, entre os tratamentos ($P < 0,05$). O percentual de volume celular observado foi maior para o grupo FA em relação aos CA e CO. O grupo TA apresentou valor intermediário e não se diferiu dos demais. A quantidade de plaquetas foi maior para FA e menor para CA, e estes tratamentos não se diferiram dos outros dois. Portanto, observa-se que os animais que tiveram a inclusão de 40% de caroço de algodão no concentrado apresentaram redução no número de plaquetas, indicando um efeito deletério do gossipol nessas células. No entanto, todos os parâmetros avaliados apresentam-se dentro os valores fisiológicos normais de ovinos.

Os trabalhos apontam que o gossipol leva principalmente à diminuição do hematócrito e da concentração de hemoglobina e aumento da proteína plasmática total, provavelmente, devido à alteração no metabolismo do ferro e de aminoácidos (Randel et al., 1992).

Tabela 6. Hemograma de ovinos alimentados com ou sem fonte de caroço de algodão.

Hemograma	CO ¹	CA	FA	TA	Valores de referência ²
Hemácias (x10 ⁶ /mL)	9,57	9,29	9,77	9,73	9-15
Hemoglobina (g/dL)	10,81	10,35	10,84	10,85	9-15
Hematócrito (%)	29,47 ^b	27,84 ^b	30,12 ^a	29,59 ^{ab}	27-45
Leucócitos (x10 ³ /mL)	11,11	11,11	7,11	11,17	4-12
Plaquetas (x10 ³ /mL)	520,61 ^a	406,30 ^b	535,28 ^a	475,56 ^{ab}	205-705

^aMédias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem significativamente pelo teste de Tukey.

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de fontes de caroço de algodão); CA: Caroço de algodão; FA: Farelo de algodão; TA: Torta de algodão.

² Valores considerados normais por Pugh (2005).

As variáveis sanguíneas (hemácias, hemoglobina, hematócrito e leucócitos) analisadas por Risco et al. (1992), ao fornecerem dietas com teores crescentes de gossipol livre à bezerras recém-nascidos só apresentaram variações após noventa dias de experimento.

Os valores referentes às avaliações bioquímicas (aspartato aminotransferase, AST; gama glutamil transferase, GGT; creatinina, uréia e albumina) do soro sanguíneo dos animais avaliados estão representados na Tabela 7. As avaliações realizadas no soro sanguíneo dos animais se apresentaram dentro dos valores de referencia (Viana, 2007), com exceção da uréia, indicando que não houve comprometimento das funções hepática e renal nos animais estudados no período estudado.

Tabela 7. Parâmetros sorológicos observados nos animais alimentados com ou sem fontes de caroço de algodão na dieta.

Parâmetros sorológicos	CO ¹	CA	FA	TA	Valores de referência ²
AST (UI/L)	114,45	119,51	123,45	112,50	98-278
GGT (UI/L)	46,54 ^a	44,63 ^a	48,78 ^a	38,34 ^b	20-52
Creatinina (mg/dL)	0,69	0,87	0,70	0,68	1,2-1,9
Uréia (mg/dL)	54,61 ^b	64,51 ^a	47,04 ^b	45,39 ^{bc}	18-31
Albumina (g/dL)	2,86	3,57	3,03	2,96	2,4-3,9

^aMédias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem significativamente pelo teste de Tukey.

¹CO : Grupo controle (sem inclusão de fontes de caroço de algodão); CA: Caroço de algodão; FA: Farelo de algodão; TA: Torta de algodão.

² Valores considerados normais por Viana (2007).

Coppock et al. (1987) alimentaram vacas com dietas contendo de 0 a 55% de caroço de algodão integral e não observaram efeitos de intoxicação em um período de 35 dias.

Hawkins et al. (1985) também não encontraram alterações sanguíneas em vacas leiteiras alimentadas com dietas contendo 0,235% de gossipol total por um período de aproximadamente 4 meses.

O valor referente à concentração de uréia no sangue dos animais estudados não é indicativo de lesão renal, visto que um alto teor de proteína na dieta dos animais pode elevar a concentração sérica de uréia. Isto porque a proteína e o nitrogênio não protéico, provenientes da ração, são desdobrados em amônia e CO₂ pela enzima urease, produzida pelas bactérias. A amônia é utilizada pelos microorganismos para a síntese da proteína bacteriana, porém para que isso ocorra é essencial uma fonte de energia proveniente da forragem (Lopes et al., 2000). No presente estudo, os concentrados foram formulados para obter 25% de proteína bruta, no entanto, o volumoso utilizado foi de baixa qualidade. Devido a falta de carboidratos prontamente solúveis, estabeleceu-se uma alta concentração de amônia no rúmen, que pode não ter sido convertida em proteína microbiana. A amônia em excesso no rúmen será absorvida pelo epitélio ruminal e alcançará a corrente sanguínea. Esse processo metabólico é indesejável, pois requer o uso de energia que poderia ser utilizada para a produção.

O período experimental de 90 dias não foi suficiente para causa intoxicação por gossipol aos animais. Este período foi superior à diversos trabalhos realizados com ovinos em confinamento. A idade de abate de ovinos varia com as condições de manejo a quais estes são impostos. Animais confinados apresentam menor tempo de terminação do que aqueles mantidos à pasto. Barros et al. (2009) mantendo borregos da raça Suffolk sob confinamento e alimentados com ração contendo 19% de PB, permitiram o abate destes, com 32 kg de peso vivo, em 34 dias após o desmame.

Avaliação de gossipol nas dietas e na musculatura

A curva de calibração do equipamento para a determinação do gossipol presente no caroço, no farelo e na torta de algodão foi feita plotando as alturas em função da concentração da solução preparada e foi descrita pela reta: $y = 0,0297x - 0,0045$ com $R^2 = 0,9998$, sendo y = média da segunda derivada das alturas D1 e D2 em milímetros X a concentração de gossipol em $\mu\text{g/mL}$, no comprimento de onda UV-340 nm.

Os valores de gossipol livre obtidos nos concentrados utilizados foram 0, 1020, 350 e 430 ppm (ou 0; 0,102; 0,043 e 0,035%) para CO, CA, FA e TA, respectivamente.

Análises realizadas em sementes de algodão cultivadas em Moçambique acusaram teores de 0,8% (800 ppm) de gossipol na amêndoa (Lopes, 1970; citado por Carvalho, 1996); Pondey & Thejappa (1975, citados por Randel et al., 1992) relataram uma média de 1,32% (variando de 0,59 a 2,35%) de gossipol contidos em 46 amostras de *G. hirsutum* nos Estados Unidos.

Randel et al. (1992) descrevem valores representativos de gossipol livre e total contidos no método de prensão para a extração do óleo da semente de algodão e para o método de extração por solvente iguais a 0,04% e 1,02% e 0,05 e 1,13%, respectivamente. Lordelo et al (2007) encontraram concentrações de 220 ppm de gossipol livre em dieta preparada com 30% de farelo de algodão.

Levando em consideração que a ingestão de MS apresentou uma relação próxima de 1:1 de volumoso e concentrado e que a inclusão das fontes de caroço de algodão apresentaram cerca de 20% do total da dieta, o teor de gossipol livre presente na dieta total foi de 0 ppm no grupo CO; 510 ppm no grupo CA; 175 ppm no grupo FA e 215 ppm no grupo TA.

Os teores de gossipol encontrados na carcaça não podem ser descritos, pois estavam abaixo do nível de detecção do aparelho. O gráfico analítico obtido foi linear, $y=325,43x+603,14$ apresentando coeficiente de determinação (r^2) de 0,9997, na faixa linear de 20 – 1000 ppb. Os limites de detecção e quantificação foram, respectivamente, 20 e 200 ppb.

Portanto, não foi detectada a presença de gossipol dentro dos limites estabelecidos pelo método otimizado. Em alguns casos, foi evidenciada a presença de traços de gossipol. Para confirmação foi utilizada a técnica de adição de padrão no extrato da matriz. Contudo, estes valores também se apresentaram abaixo dos limites do método. Podendo-se correlacionar estes resultados há algum ruído do equipamento.

Risco et al. (1992) avaliaram a resposta de bezerros alimentados com 0, 100, 200 400 e 800 ppm de gossipol na ração. Encontraram concentrações de gossipol livre no fígado de bezerros alimentados com 800 ppm, e que morreram durante o experimento, maiores do que 160 $\mu\text{g/g}$ enquanto as concentrações nos bezerros que não se intoxicaram foram menores que 50 $\mu\text{g/g}$. Este fato indica que há uma elevada concentração de gossipol no fígado.

Neste estudo, os testes foram realizados somente com a musculatura da 11^a costela, sendo necessárias mais pesquisas e validação de metodologias no intuito de incluir o tecido adiposo e vísceras nas análises.

Outro fator que pode ter afetado o teor de gossipol são a instabilidade dessa molécula em condições ambientais. As carcaças, após abatidas, permaneceram por um

período de aproximadamente uma hora na sala de abate e somente após esse tempo foi encaminhada para a câmara fria, portanto, a molécula pode ter sofrido alterações nesse período.

4. CONCLUSÃO

Os animais do tratamento controle apresentaram menor ingestão de matéria seca quando comparado aos demais. Não houve efeito de tratamento para ganho de peso médio diário, conversão alimentar e peso vivo ao abate. O rendimento de carcaça foi maior para os animais do grupo controle, no entanto, este grupo apresentou maior proporção de osso na 12ª costela, indicando que nem sempre o melhor rendimento de carcaça implica em melhor qualidade desta. Dentre os alimentos provenientes da produção de algodão, somente o caroço de algodão promoveu menor musculosidade da carcaça, sem, entretanto afetar o ganho de peso dos animais. Não foram detectados resíduos de gossipol na carne dos animais estudados, pelo método utilizado. Nas avaliações sanguíneas, a concentração do número de plaquetas nos animais alimentados com caroço de algodão sugere efeito deletério do gossipol sobre essas células. O caroço de algodão e os co-produtos oriundos da extração do óleo (torta de algodão e farelo de algodão) podem ser incluídos na dieta de ovinos em até 20% da dieta, ou em 40% do concentrado, por um período de 90 dias, sem acarretar diminuição no desempenho animal, depreciação da carcaça ou intoxicação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R.; CARMO, C. A.; EDUARDO, J. L. P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial p.260-258, 2008.
- ALVES, K.S.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C; MEDEIROS, A.N.; NASCIMENTO, J.F.; NASCIMENTO, L.R.S.; ANJOS, A.V.A. Níveis de Energia em Dietas para Ovinos Santa Inês: Características de Carcaça e Constituintes Corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1927-1936, 2003.
- AOAC - Association of Official Agricultural Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC**. 16.ed. Arlington: AOAC International, v.1, p.4-30. 1995.
- BARROS, C.S.; MONTEIRO, A.L.G.; POLI, C.H.E.C.; DITTRICH, J.R.; CANZIANI, J.R.F.; FERNANDES, M.A.M. Rentabilidade da produção de ovinos de corte em pastagem e em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.11, p.2270-2279, 2009.
- BOTSOGLOU, N.A. Determination of “Free” Gossypol in Cottonseed and Cottonseed Meals by Second-Derivative Ultraviolet Spectrophotometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.39, n.3, p 478-482. 2001.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de origem Animal**. Brasília: 1997
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PÉCUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/estatisticas>. Acesso em março de 2011.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Ed. FACTA, Campinas, SP. 430p., 2002.
- CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C; CECOM, P.R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.
- CARVALHO, P.P.; **Manual do algodoeiro**. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical, 282p. 1996.
- CARVALHO, S., PIRES, C.C., PERES, J.R.R. Predição da composição tecidual da carcaça de cordeiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, p.110-112, 1998.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento – **Séries históricas - Safra algodão** Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>> Acesso em 15 de janeiro de 2008.

- COPPOCK, C. E.; LANHAM, J.K; HORNER, J.L. A review of nutritive value and utilization of whole cottonseed, cottoseed meal and associated by products by dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.18, p.89-129, 1987.
- CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). **Mercado mundial da carne ovina e caprina**. 2007. Disponível em: <http://www.cna.org.br/site/noticia.php?n=17995>. Acesso em 15 de janeiro de 2009.
- 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.**, v.37, n.6, p.1103-1111, 2008 (a).
- CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; GONZAGA NETO, S. CEZAR, M.F.;. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferente níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.6, p.1112-1120, 2008 (b)
- EFSA - European Food Safety Authority. Gossypol as undesirable substance in animal feed - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. **The EFSA Journal** 908, p.1-55, 2008.
- EMBRAPA. **Cultura do algodão herbáceo na agricultura familiar** (2003). Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/index.htm>> Acesso em 05 de fevereiro de 2009.
- EMBRAPA. Manejo sanitário de caprinos e ovinos. **Circuito de tecnologias adaptadas para a agricultura familiar** ; v.3 – Natal, RN: EMPARN, 32 p. 2006.
- EZEQUIEL, J.M.B. Farelo de algodão como fonte alternativa de proteína alternativa de origem animal In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL., 2., Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.137-162, 2002.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations . Food Outlook. – No. 1 June 2007. Disponível em < <http://www.fao.org/docrep/010/ah864e/ah864e00.HTM> > Acesso em março de 2009.
- FRESCURA R.B.M.; PIRES, C.C.; ROCHA, M.G. SILVA, J.H.; MÜLLER, L.. Sistemas de alimentação na produção de cordeiros para abate aos 28 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1267-1277, 2005.
- FORREST, J.C.A.; ABERLE, E.D.A.; HEDRICK, H.B. JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. San Francisco: W.H. Freeman, 417p., 1975.
- GAMBOA, D.A.; CALHOUN, M.C.; KUHLMANN, S.W.; HAQ, A.U.; BAILEY, C.A. Use of expanded cottonseed meal in broiler diets formulated on a digestible amino acid basis. **Poultry Science**. n.80, p.789-794, 2001.

- GARCIA, I.F.F.; PEREZ, J.R.O.; OLIVEIRA, M.V. Características de carcaça de cordeiros Texel x Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.253-260, 2000.
- GUIMARAES JUNIOR, R.; MARTINS C.F.; PEREIRA, L.G.R.; CARVALHO, M.A. **Subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos: caroço de algodão**. Documentos 234. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.
- HAWKINS, G.E.; CUMMINS, K.A.; SILVEIRO, M.; JILEK, J.J. Physiological effects of whole cottonseed in the diet of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n. 10, p. 2608-2614. 1985.
- HOLANDA JUNIOR, E. V; SÁ, J. L; ARAÚJO, G. G. L. **Estudo da cadeia produtiva da caprino-ovinocultura na Bahia:relatório parcial**. Petrolina: s. ed. 2003. 30 p. (Relatório de pesquisa elaborado para o SEBRAE/BA). Disponível em <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPATSA/27430/1/OPB988.pdf>> Acessado em outubro de 2010.
- HUERTA-LEIDENZ, N. O.; CROSS, H. R.; LUNT, D. K.; PELTON, L. S.; SAVELL, J. W.; SMITH, S. B. Growth, carcass traits, and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 3665-3672, 1991.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa pecuária municipal**. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em 20 de março de 2009.
- KANDYLIS, K.; NIKOKYRIS, P.N.; DELIGIANNIS, K. Performance of growing fattening lambs fed whole cotton seed. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.78, p.281-289, 1998.
- LOPES H. O. S.; TOMICH T.R.; GONÇALVES L. C.; BORGES I.; **Recomendações técnicas para a utilização da uréia pecuária na alimentação animal**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 35p.. 2000.
- LORDELO, M.M.; CALHOUN, M.C.; DALE, N.M.; DOWD, M.K.; DAVIS, A.J. Relative toxicity of gossypol enantiomers in laying and broiler breeders hens. **Poultry Science** v.86, p.582-590, 2007.
- LOUVANDINI, H.; McMANUS, C.; DALLAGO, B.S.; MACHADO, B.O.; ANTUNES, D.A.A. Evaluation of carcass traits, non-carcass components na 12th rib analysis of hair sheep supplemented with phosphorus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.550-554, 2006.
- LOUVANDINI, H; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S.; McMANUS, C.; COSTA, D.M.; ARAÚJO, S.C. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.36, n.3, pp. 603-609. 2007.
- MACEDO, F.A.F.; SIQUEIRA, E.R.; MARTINS, E.N. Qualidade de carcaças de cordeiros Corriedale, Bergamácia x Corriedale e Hampshire Down x Corriedale, terminados em pastagem e confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1520-1527, 2000.

- MACEDO, L.P.M.; CUNHA, U.S.; VENDRAMINI, J.D. Gossipol: fator de resistência a inseto-praga. **Campo Digital**, Campo Mourão, v.2, n.1, p 34-42. 2007.
- 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**, v. 37, n. 8, p. 1496-1502, 2008.
- MARTINS, R.C.; OLIVEIRA, N.; OSORIO, J.C.S. et al. **Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. 29p. (Boletim de Pesquisa, 21).
- MOREIRA, I.; SARTORI, I. M.; PAIANO, D.; MARTINS, R. M.; OLIVEIRA, G. C. Utilização do farelo de algodão, com ou sem a adição de ferro, na alimentação de leitões na fase inicial (15-30 kg). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1077-1084, 2006.
- MORGAN, S. **Gossypol Toxicity in Livestock**. Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets. Disponível em <<http://osufacts.okstate.edu>> Acesso em 10 de fevereiro de 2009.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7ªed. Washinton, 381p. 2001.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. 362 p. 2006.
- OLIVEIRA, M.V.M.; PEREZ, J.R.O.; ALVES, E.L.A.; MARTINS, A.R.V.; LANA, R.P.; Avaliação da Composição de Cortes Comerciais, Componentes Corporais e Órgãos Internos de Cordeiros Confinados e Alimentados com Dejetos de Suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1459-1468, 2002.
- OLIVEIRA, I.; SILVA, T. J. P.; FREITAS, M. Q.; et al. Caracterização do processo de rigor mortis em músculos de cordeiros e carneiros da raça Santa Inês e maciez da carne. **Acta Scientiae Veterinariae**, n. 32, p. 25-31, 2004.
- OSÓRIO, J.C.S.; OLIVEIRA, N.M.; OSÓRIO, M.T.M. et al. Produção de carne em cordeiros cruza Border Leicester com ovelhas Corriedale e Ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1469-1480, 2002
- OWENS, F.N.; ZINN, R. Protein metabolismo f ruminant animals. In: **The Ruminant Animal-Digestive Physiology and Nutrition**. CHURCH, D.C. (ed). Long Grove, Illinois. p.227-249. 1988.
- PAIM, T.P.; CARDOSO, M.T.M; BORGES, B.O.; DALLAGO, B.S.L.; LANDIM, A.; LIMA, P.M.T; LOUVANDINI, H.; FRANCO, E.; MCMANUS, C.M. **Aspectos econômicos da produção de cordeiros cruzados confinados abatidos em diferentes pesos no Distrito Federal**. Disponível em: <<http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/resumos/R0582-3.pdf>> Acesso em 20 de dezembro de 2010.

- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p.287-309, 2006.
- PELEGRINI, L.F.V.; PIRES, C.C.; GALVANI, D.B.; BOLZAN, A.M.S.; SILVA, G.C.F.; Características de carcaça de ovelhas de descarte das raças Ideal e Texel terminadas em dois sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.2024-2030, 2008.
- PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CAMPOS, J.M.S.; DETMANN, E.; MARCONDE, M.I.; OLIVEIRA, A.S.; TEXEIRA, R.M.A. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1543-1551, 2006.
- PINHEIRO, R. S. B.; SOBRINHO, A.G.S.; YAMAMOTO, S.M.; BARBOSA, J.C. Composição tecidual dos cortes da carcaça de ovinos jovens e adultos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p.565-571, 2007.
- PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M. ; SOUZA, H. B. A. Características da carcaça e dos não-componentes da carcaça de ovelhas de descarte abatidas em diferentes estágios fisiológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1322-1328, 2009.
- PUGH, D.G. **Clinica de ovinos e caprinos**.Ed. ROCA 1º Edição. 528 p., 2004.
- RANDEL, R.D.; CHASE JUNIOR, C.C.; WYSE, S.J. Effects of gossypol and cottonseed products on reproduction of mammals. **Journal of Animal Science**, 70, p.1628-1638, 1992.
- RIBEIRO, G.M.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M.; HENRIQUE, W.; SUGOHARA, A.; AMORIM, A.C. R. Efeito da fonte protéica e do processamento físico do concentrado sobre a terminação de bovinos jovens confinados e o impacto ambiental dos dejetos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2082-2091, 2007.
- RISCO, C.A.; HOLMBERG, C.A.; KUTCHES, A. Effect of graded concentrations of gossypol on calf performance: toxicological and pathological considerations. **Journal of Dairy Science**. v. 75, n. 10, 1992.
- ROCHA JÚNIOR,V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M.; MAGALHÃES, K.A.; FERREIRA, C.C.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M.F. Determinação do Valor Energético de Alimentos para Ruminantes pelo Sistema de Equações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.473-479, 2003.
- ROGERIO, M. C. P.; BORGES, I.; SANTIAGO, G. S.; TEXEIRA, D. A. B.; Uso do caroço de algodão na alimentação de ruminantes. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia**. UNIPAR, 6(1): p. 75-80, 2003.
- ROGERS, G.M.; POORE, M.H.; PASCHAL, J.C. Feeding cotton products to cattle. **The Veterinary Clinics Food Animal Practice**, v.18, p.267-294, 2002.

- SANTOS, C.L.; PÉREZ, J.R.O.; MINIZ, J.A. et al. Desenvolvimento relativo dos tecidos ósseo, muscular, e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.487-492, 2001.
- SANTOS, V.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; PINHEIRO, R.S.B. et al. Características quantitativas de carcaça de cordeiros alimentados com grãos e subprodutos da canola. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD-ROM)
- SAS- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **User's guide to statistics**. Versão 8. Cary: SAS Institute, 1999. 956p.
- SEIXAS, J. R. C.; EZEQUIEL, J.M.B.; ARAÚJO, W. A.; RESENDE, F. D.; MARTINS JUNIOR, A.; KRONKA, S. N.; SILVA, L. D. F.; DOURADO, J. B.; SOARES, W. V. B.; Desempenho de Bovinos Confinados Alimentados com Dietas à Base de Farelo de Algodão, Uréia ou Amiréia. **Revista brasileira de zootecnia**, v.28, n.2, p.432-438, 1999.
- SILVA, L.F.; PIRES, C.C. Avaliações Quantitativas e Predição das Proporções de Osso, Músculo e Gordura da Carcaça em Ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1253-1260, 2000.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- SIQUEIRA, E. R.; SIMÕES, C. D.; FERNANDES, S. et al. Efeito do sexo sobre o peso ao abate sobre a produção de carne de cordeiros. Morfometria da carcaça, peso dos cortes, composição tecidual e componentes não constituintes da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1299-1307, 2001.
- SOUSA, W.H.; BRITO, E.A.; MEDEIROS, A.N.; CARTAXO, F.Q.; CEZAR, M.F.; CUNHA, M.G.G.C. Características morfométricas e de carcaça de cabritos e cordeiros terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1340-1346, 2009.
- SOUZA, V.S.; LOUVANDINI, H.; SCROPFNER, E.S.; McMANUS, C.M.; ABDALLA, A.L.; GRACIA, J.A.S. Desempenho, características de carcaça e componentes corporais de ovinos deslanados alimentados com silagem de girassol e silagem de milho **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 284-291, abr./jun. 2008.
- TANSKLEY JR., T.D. Cottonseed meal, In: THACKER, P.A.; Kirkwood, r.n. (Eds.) **Nontraditional feed sources for use in swine production**. Washington, D.C.: 1992, p.139-151.
- 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*) e ovinos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n.2, p.229-233, 2005.

- TILLEY, J.M.A. & TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**. v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- URANO, F.S.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. et al. Desempenho e características da carcaça de cordeiros confinados alimentados com grão de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.1525-1530, 2006.
- VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R.; **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV. 2 ed. 2006. 329p.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**, 2^a ed. Cornell University Press, 476 p., 1994.
- VIANA, F.A.B. **Guia terapêutico veterinário**. 2 ed. 462p. 2007.
- VOLTOLINI, T.V.; MOREIRA, J.N.; NOGUEIRA, D.M.; PEREIRA, L.G.R.; AZEVEDO, S.R.B.; LINS, P.R.C. Fontes proteicas no suplemento concentrado de ovinos em pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 31, n. 1, p. 61-67, 2009.
- ZHANG, W.J.; XU, G.R.; PAN, X.L.; YAN, X.H.; WANG, Y.B. Advances in gossypol toxicity and processing effects of whole cottonseed in dairy cows feeding. **Livestock Science**, v.11, p.1-9, 2007.
- WANG, M.Z. Analysis of gossypol by high performance liquid chromatography. **Journal of Ethnopharmacology**, v.20, p. 1-11, 1987.