

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

CAMPUS DOM PEDRITO

CURSO DE ZOOTECNIA

**CARACTERÍSTICAS E EFEITOS DO CAROÇO DE ALGODÃO NA  
ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO DE RUMINANTES**

GABRIELA CAILLAVA DA PORCIUNCULA

DOM PEDRITO - RS

JUNHO, 2012

**GABRIELA CAILLAVA DA PORCIUNCULA**

**CARACTERÍSTICAS E EFEITOS DO CAROÇO DE ALGODÃO NA  
ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO DE RUMINANTES  
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte das exigências do Curso de Zootecnia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharelado em Zootecnia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Mylene Muller.

DOM PEDRITO  
2012

P834c Porciuncula, Gabriela Caillava da

Características e efeitos do caroço de algodão na alimentação e nutrição de ruminantes / Gabriela Caillava da Porciuncula ; orientadora Profa. Dra. Mylene Müller. – Dom Pedrito : UNIPAMPA, Curso de Zootecnia, 2012.

1. Co-produto 2. Degradabilidade 3. Lipídios I. Título

CDD 636.2

**GABRIELA CAILLAVA DA PORCIUNCULA**

**CARACTERÍSTICAS E EFEITOS DO CAROÇO DE ALGODÃO NA  
ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO DE RUMINANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte das exigências do Curso de Zootecnia da Universidade Federal do Pampa, com requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharelado em Zootecnia.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 12/07/2012.  
Banca examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. (Dr<sup>a</sup>). (Mylene Müller)  
Orientadora  
(Zootecnia) – (UNIPAMPA)

---

Prof. (Dr.). (Eduardo Brum Schwengber)  
(Zootecnia) – (UNIPAMPA)

---

Prof. (Dr.). (Paulo Rodinei Soares Lopes)  
(Zootecnia) – (UNIPAMPA)

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso aos meus queridos, estimados e insubstituíveis avós Darcy Tarouco da Porciúncula e Margarida Caillava da Porciúncula, os quais foram os maiores responsáveis pelo que sou hoje. À vocês muito obrigada.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me concedido saúde, luz e perseverança necessárias para superar os pensamentos negativos e barreiras impostas pela vida, permitindo-me seguir em frente rumo à conquista de mais uma etapa de minha vida sempre com coragem e determinação.

Agradeço a toda minha família, em especial ao meu pai, pelo apoio e compreensão durante essa caminhada, jornada esta que sem a ajuda de vocês não seria possível realizar.

A minha querida Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Mylene Müller, pela valiosa orientação, pelos ensinamentos, pelo apoio e principalmente pela amizade e dedicação desenvolvidas nessa caminhada.

A meus queridos professores, Prof. Dr. Paulo Lopes e Prof. Dr. Eduardo Schwengber, membros da banca examinadora, pela dedicação, esforço e paciência durante a revisão deste trabalho, bem como pelos ensinamentos, conselhos e palavras de apoio no decorrer dessa caminhada.

Aos meus preciosos e estimados amigos, que sempre acreditaram em mim, e acima de tudo compreenderam minha ausência e sempre estiveram comigo.

A meus colegas do Curso de Zootecnia pela convivência, companheirismo e apoio. Em especial aos amigos Patrícia Oliveira de Freitas, Jaciara Munhoz e José Otávio Castilho, por estarem sempre presentes quando precisei, mostrando que os verdadeiros amigos são irmãos para todos os momentos.

A todos os professores e funcionários da Universidade Federal do Pampa – Campus Dom Pedrito, agradeço pela oportunidade, ensinamentos, amizade e incentivo na superação dos desafios, indicando sempre o melhor caminho.

Ao integrantes do GenPrum – Grupo de Estudos em Nutrição e Produção de Ruminantes, pela convivência, pelo apoio e pela troca de experiência, enriquecendo cada vez mais nosso conhecimento, mostrando que em espírito de equipe podemos chegar mais longe.

E um agradecimento especial às pessoas que durante minha trajetória, duvidaram de minha capacidade, pois me proporcionaram a chance de mostrá-las através do meu orgulho, da fibra e coragem que estavam erradas.

A todos, meu muito obrigada.

A verdade é que o NÃO sempre vai existir, cabe a nós fazermos com que o SIM prevaleça. E para isso acontecer temos que trilhar nosso próprio caminho, sem sombras, sem medos e sem frustrações, pois só desafiando e rompendo distâncias chegaremos a um caminho reto e pleno.

Gabriela Caillava da Porciuncula

## RESUMO

O caroço de algodão é um co-produto utilizado na dieta de animais ruminantes, especialmente de bovinos de corte e de leite, devido ao elevado teor de proteína, lipídeos, e fibra em detergente neutro, associado a um menor custo. Além dos aspectos quantitativos, é também utilizado por apresentar alto teor de ácidos graxos poliinsaturados e monoinsaturados. Os efeitos do caroço de algodão em relação ao metabolismo ruminal, digestibilidade e degradabilidade de animais ruminantes são variáveis em função do nível de inclusão na dieta e da espécie de ruminantes, refletindo as diferenças na atividade mastigatória. Além disso, há outros aspectos que justificam o estudo deste co-produto, pois existem conflitos na literatura e entre produtores em relação à quantidade a ser utilizada na formulação de dietas, por seus fatores limitantes, como os efeitos negativos ocasionados pela alta presença de lipídios e de gossipol.

**Palavras chave:** co-produto, degradabilidade, lipídios, proteína.



## **ABSTRACT**

The cottonseed is a co-product used in the diet of ruminants, especially beef and milk, due to the high content of protein, lipids, and neutral detergent fiber, associated with a lower cost. In addition to the quantitative aspects, is also used to present a high content of polyunsaturated and monounsaturated fatty acids. The effects of cottonseed in relation to rumen metabolism, digestibility and degradability in ruminant animals are variable depending on the level of inclusion in the diet and ruminant species, reflecting differences in masticatory activity. In addition, there are other aspects that justify the study of this co-product, because there are conflicts in the literature and among producers for the amount to be used in formulation of diets, by their limiting factors, as the negative effects caused by high presence of gossypol.

**Key words:** co-product, degradability, lipids, protein.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Principais informações extraídas de pesquisas sobre a composição bromatológica do caroço de algodão.....	14
----------	--	----

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. Composição bromatológica e perfis dos ácidos graxos e aminoácidos do caroço de algodão.....	12
3. Gossipol.....	14
4. Efeitos tóxicos do gossipol.....	15
5. Efeito do caroço de algodão sobre o metabolismo ruminal.....	16
6. Efeito do caroço de algodão sobre a digestibilidade aparente	20
7. CONCLUSÕES.....	21
8. REFERÊNCIAS.....	23

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a produção sustentável tornou-se um dos temas mais mencionados por pesquisadores, onde há a necessidade de buscar novas fontes alimentares para os ruminantes, principalmente a utilização de resíduos da agroindústria. Segundo Silva et al. (2002), a soja integral e os subprodutos derivados do beneficiamento do grão de soja podem ser considerados os principais fornecedores de proteína nas rações para os animais domésticos. Os ruminantes, em virtude de sua capacidade digestiva, são capazes de fazer um melhor uso de alimentos ricos em celulose e hemicelulose, portanto, é importante aproveitar esta habilidade na sua alimentação com resíduos ricos em fibra que não são utilizados para a alimentação humana (ZAMBOM et al., 2001). Conforme o mesmo autor, a soja é um alimento básico na alimentação de monogástricos, principalmente aves e suínos, ocasionando elevação de preço desta fonte proteica, tornando-a proibitiva para ruminantes.

O caroço de algodão (*Gossypium ssp*) é um co-produto da indústria do algodão, utilizado em larga escala nas rações de bovinos de alta produção (ROBINSON et al., 2001), por ser uma boa fonte de energia, proteína e fibra. A associação destas características faz desse co-produto uma exceção, pois para a maioria dos ingredientes utilizados existe uma correlação negativa entre fibra e energia (BUSER e ABBAS, 2001). Entre os concentrados protéicos, o caroço de algodão tem se mostrado uma excelente opção para uso em confinamentos, visto que a associação do alto teor de proteína com elevado conteúdo de energia facilita a formulação de dietas de menor custo (CRANSTON et al., 2006). Além de aumentar a densidade energética, outros benefícios da utilização deste co-produto têm sido relatados, como a melhoria na fermentação ruminal e na digestão da fibra, quando se utiliza fontes de lipídios na dieta de ruminantes em substituição a carboidratos rapidamente fermentáveis (TEIXEIRA e BORGES, 2005).

## 2. Composição bromatológica e perfis dos ácidos graxos e aminoácidos do caroço de algodão

A composição bromatológica do caroço de algodão (CA) é em média de 92,4% matéria seca (MS), 23,19% a 24,7% de proteína bruta (PB), 16,9% a 22,76% de extrato etéreo (EE) e 43,17% a 52% de fibra em detergente neutro (FDN), 25,93% a 39,1% de fibra em detergente ácido (FDA), 0,9% lignina; 4 % matéria mineral (MM) (BERTRAND et al., 2005; TEIXEIRA e BORGES, 2005), evidenciando a variabilidade do caroço de algodão, por ser um co-produto.

Já Robinson et al. (2001) ao utilizarem quatro amostras de CA de dez locais representativos e avaliaram as diferenças dos nutrientes, associados ao efeito do tempo de armazenagem deste co-produto quebrado, observaram que os níveis de MS (92,8 a 93,6%), matéria orgânica (MO) (95,0 a 95,5%), EE (25,8 a 28%), PB (26,8 a 30,3%), FDN (44,2 a 44,5%) e FDA (29,8 a 32,3%) entre as amostras não tiveram grandes variações (Tabela 1). Em termos comparativos, o grão de soja (GS) possui 39,2% de PB, 20,9% de EE, 28,8% de FDN e 11,3% de FDA (SILVA et al., 2007), a casquinha de soja (CS) possui 9,99% de PB, 1,38% EE, 69,20% de FDN e 43,02% de FDA (ZAMBOM et al., 2001).

Além da composição bromatológica, Bertrand et al. (2005) verificaram a seguinte composição para o perfil de aminoácidos do CA: 8,2% de aspartato; 3,1% de treonina; 4,1% de serina; 16,5% de glutamina; 4,0% de prolina; 3,8% de glicina; 3,6% de alanina; 1,1% de cisteína; 4,5% de valina; 1,3% de metionina; 3,0% de isoleucina; 5,6% de leucina; 2,7% de tirosina; 4,9% de fenilalanina; 2,6% de histidina; 4,4% de lisina; 9,7% de arginina e 1,0% de triptofano.

Os altos níveis de proteína e energia do CA frequentemente o definem como um concentrado, embora o seu alto conteúdo de FDN seja semelhante à de muitas forrageiras (ROBINSON et al., 2001). Isto porque a sua fibra é representada em parte pelo *linter* (aproximadamente 10% do peso do CA), com a particularidade de possuir alta digestibilidade (FERNANDES et al., 2002) e promover a ruminação, configurando uma fração representativa de fibra efetiva.

**TABELA 1**  
Principais informações extraídas de pesquisas sobre a composição bromatológica do caroço de algodão

MS (%)	PB (%)	EE (%)	FDN (%)	FDA (%)	LIGNINA (%)	MM (%)	MO (%)	Autores
92,80 a	26,80 a	25,80 a	44,20	29,80 a	-	-	95,00 a	Robinson et al., 2001
93,60	30,30	28,00	44,50	32,30			95,50	
92,40	23,19 a	16,90 a	43,17	2,93 a	0,90	4,00	-	Bertrand et al., 2005 e Teixeira e Borges, 2005
	24,70	22,76	52,00	39,10				
90,28	19,11	17,02	69,24	-	-	3,80	96,20	Geron et al., 2011
91,18	23,92	15,75	49,63	-	-	-	96,91	Marcondes et al., 2011

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: estrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica.

Com relação a este aspecto, Harvatine et al. (2002) ao substituírem a silagem de alfafa pelo CA integral com *linter*, na proporção de 0, 10 e 15%, constataram que a FDN do CA apresentou aproximadamente 84% da efetividade da FDN da silagem de alfafa. Corroborando com os dados obtidos de fibra efetiva, Melo et al. (2007) ao incluírem cinco níveis de CA (0; 6,25; 12,50; 18,75 e 25,00%) na dieta de vacas leiteiras, em substituição parcial a silagem de sorgo e ao farelo de soja em dietas à base de palma forrageira, observaram que este foi capaz de manter a porcentagem de gordura no leite. Além de ser uma excelente fonte de fibra, o CA por conter aproximadamente 20% de EE, é utilizado principalmente como fonte de gordura para a suplementação, visando aumentar a densidade energética da dieta de ruminantes de alta produção (TEIXEIRA e BORGES, 2005) e a suplementação de ácidos graxos (AG) essenciais, pois possui altas concentrações de C18:2 (BERTRAND et al., 2005).

O perfil de AG do CA encontrado por Bertrand et al. (2005) foi de 0,77% mirístico (C14:0); 24,23% palmítico (C16:0); 0,57% palmitoléico (C16:1); 2,28% esteárico (C18:0); 15,45% oléico (C18:1); 55,72% linoléico (C18:2); 0,18% linolênico

(C18:3); 0,25% araquídico (C20:0); 0,19% behênico (C22:0) e 0,11% lignocérico (C24:0). Este perfil é favorável em termos qualitativos, pois o CA possui a maioria dos AG na forma poliinsaturada (linoléico) e monoinsaturada (oléico).

Por outro lado, como a alta concentração energética é em decorrência do alto conteúdo de óleo (20% da MS), este geralmente faz com que o CA participe no máximo em 15% da dieta total, para minimizar o efeito da gordura insaturada na digestibilidade ruminal da fibra (FERNANDES et al., 2002).

### 3. Gossipol

O gossipol ( $C_{30}H_{30}O_8$ ) é um composto polifenólico tóxico encontrado naturalmente nas glândulas de pigmentos das sementes, raízes ou folhas da planta de algodão (SOUZA, 2008, NASCIMENTO, 2009). A substância pura, na forma cristalina (pó amarelado), está presente no óleo do CA, na qual pode ser extraído com álcool quente. Na planta de algodão (*Gossypium sp.*), esta substância atua como um defensor natural, causando infertilidade nos insetos que se alimentam das suas folhas ou sementes, portanto reduzindo a proliferação dos seus predadores. Logo, o gossipol tem um papel importante no equilíbrio biológico (COUTINHO, 2002).

O gossipol existe em duas formas: livre ou ligada. A forma livre é mais tóxica, e o gossipol que é ligado as proteínas está na forma associada ou não tóxica (MORGAN, 2012). Segundo Luginbuhl et al. (2000), o CA possui 0,64% de gossipol total (GT) e 0,59% de gossipol livre (GL), logo, a maioria do gossipol total (92,40%) está na forma livre.

Realizando um experimento com quatro variedades de CA, Robinson et al. (2001), observaram pequenas variações nos níveis de gossipol total (1,04 a 1,16% da MS), livre (1,04 a 1,15% da MS) e proporções de isômeros (+) (0,43 a 0,51% da MS e 46,0 a 49,2% do GT) e (-) (0,50 a 0,56% da MS e 50,8 a 54% do GT). Logo, os autores não sugerem que uma variedade possa ser mais ou menos tóxica do que outra para animais ruminantes.

No entanto, o processamento do CA poderá ter impacto significativo na concentração de GL. Os métodos de processamento que rompem a semente podem reduzir as concentrações de gossipol livre e o gossipol plasmático. O gossipol pode ser inativado por tratamentos térmicos e sua toxidez pode ser prevenida pela adição

de sais de ferro à dieta, como sulfato ferroso, utilizado na proporção 1:1 (1 g de ferro: 1 g de gossipol livre) (NASCIMENTO, 2009). Outro aspecto a ser considerado é que dependendo do tipo de processamento e extensão da ruptura das glândulas pigmentares, parte do gossipol é extraída junto ao óleo, parte é complexada à proteína resultando em sua forma não tóxica (KLEEMAN, 2009).

#### **4. Efeitos tóxicos do gossipol**

A toxicidade do gossipol em ruminantes depende de uma série de fatores, incluindo seu nível, sua proporção na forma livre, a proporção relativa de isômeros (+) e (-), a quantidade de CA consumida e a eficácia da ação detoxificante da população microbiana (ROBINSON et al., 2001). Dentro deste aspecto, a função ruminal é dependente de vários fatores, mas a idade, a quantidade e o tipo de forrageira que o animal consome são muito importantes, pois a associação do gossipol é também dependente da quantidade de proteína disponível, uma vez que o GL se liga as proteínas no rúmen (MORGAN, 2012).

O gossipol afeta primeiramente o coração e o fígado e, logo em seguida o trato reprodutivo, o abomaso e os rins (MORGAN, 2012). O gossipol livre (GL) se liga aos constituintes da célula e ao ferro, causando danos ao coração e acumulação de líquidos nas cavidades do corpo (PUSCHNER, 2002).

Nas categorias mais sensíveis (ruminantes jovens), os sinais de toxidez incluem baixa produção, perda econômica e, em altos níveis, morte devido a danos no coração e fígado. No entanto, os sinais clínicos da toxidez por gossipol podem aparecer de repente no animal adulto. Estes não são específicos e incluem a queda na produção, infertilidade, diarreia e perda econômica (PUSCHNER, 2002).

Estes efeitos tóxicos do gossipol podem estar relacionados ao seu metabolismo, pois conforme Garcia (2005), a molécula de gossipol não é metabolizada pelas bactérias do rúmen nem pelo animal, pois ela se une às proteínas que contêm aminoácidos livres, impedindo seu metabolismo. De acordo com o mesmo autor, nos ruminantes as manifestações de intoxicação nos casos leves não passam de diminuição do apetite e retardamento do desenvolvimento de necropermia em macho, mas nos casos mais graves, ocorre prostração, inflamação da mucosa do abomaso, urina com coloração vermelho-marrom, dificuldade



respiratórias, distúrbios circulatórios e espasmos, ocorrendo a morte muitas vezes de forma inesperada.

Em rações de bezerros e cordeiros com idade inferior a quatro meses, não é permitido conter mais do que 100 ppm (MORGAN, 2012), pois estes podem ser envenenados por rações contendo em torno de 0,02% de GL (PUSCHNER, 2002). Ao passo que animais mais velhos são capazes de detoxificar mais o GL, entretanto 400 a 600 ppm tem causado toxidez nestes animais (MORGAN, 2012).

Os bovinos adultos, embora menos sensíveis do que os bezerros também podem sofrer danos. As vacas de leite de alta produção da raça Holandês, não devem consumir mais do que 20g de GL/d, totalizando menos do que 3 kg de CA/dia para evitar riscos. Já, os animais da raça Jersey, por serem mais sensíveis devem receber valores inferiores a 2,5kg de CA/dia. Os touros são dez vezes mais sensíveis do que vacas quanto ao GL, logo para esta categoria deve ser evitado o fornecimento de CA, pois existe uma acentuada queda na produção espermática (PUSCHNER, 2002).

## **5. Efeito do caroço de algodão sobre o metabolismo ruminal**

A suplementação de gordura tem se mostrado um potente modificador do metabolismo ruminal. Geralmente, o efeito da gordura sobre as características de fermentação ruminal tem sido associado aos aspectos negativos e explicado pelos seus efeitos deletérios sobre os microrganismos no rúmen. Todavia, estes resultados não devem ser generalizados, pois existe uma grande variação entre o perfil de ácidos graxos das fontes de lipídios disponíveis e a interação deste com a forma de fornecimento (grão inteiro; grão moído; óleo; gordura comercial protegida). O óleo presente nas sementes de oleaginosas inteiras é liberado lentamente em função da mastigação e desta forma poderá reduzir os efeitos negativos sobre a população mibrobiana.

Estes aspectos foram observados por Garcia (2005), ao fornecer CA, os bovinos apresentaram diferentes resultados em relação a animais recebendo os seus componentes separadamente (gordura, farelo e casca). Uma das razões para este fato pode ser a liberação lenta da gordura no rúmen, associado a um maior escape da mesma, atingindo o intestino sem sofrer bio-hidrogenação, o que pode

explicar o aumento da produção de gordura do leite observado em vacas recebendo CA.

Efeitos benéficos também estão associados ao fornecimento de lipídios, pois conforme Cunha et al. (2008), o incremento de oleaginosas na dieta melhora o desenvolvimento da flora ruminal e o processo de fermentação. Estes benefícios são geralmente obtidos quando os lipídios substituem parte do amido.

De acordo com Goularte et al. (2010), os efeitos variáveis de fontes lipídicas na fermentação ruminal normalmente são atribuídos a diferenças básicas na estrutura dos lipídios e com o aumento da quantidade de gordura da dieta maximiza a influência dos lipídeos sobre a fermentação ruminal. A utilização de alimentos ricos em lipídios na dieta de ruminantes é de grande valia, por aumentar a densidade energética da dieta sem aumentar os riscos de ocorrências de acidose ruminal, mas essa adição desses nutrientes à dieta em quantidades consideráveis pode prejudicar a digestibilidade de fibra no rúmen e ou provocar distúrbios metabólicos, comprometendo o desempenho animal (FERNANDES et al., 2002).

Fernandes et al. (2002) observaram que a inclusão de CA (0; 6; 12; 18; e 24%) afetou quadraticamente a concentração de ácido acético e propiônico, quando observou cinco vacas da raça Holandesa fistuladas no rúmen e no duodeno proximal. Por outro lado, a proporção de ácido butírico teve uma diminuição linear com o aumento da inclusão de CA na dieta. Dentro deste aspecto, a maioria dos efeitos causados pelo CA pode ser explicada por alterações no processo ruminal. Dietas com gordura protegida não interferem no ambiente ruminal até níveis de 60% de concentrado, mas para melhor eficiência de consumo, sugere-se que o nível de concentrado na dieta não ultrapasse a 55% da MS (GOULARTE et al., 2010). O valor crítico de teor de lipídios na dieta estabelecido é de, no máximo, 6% de EE na MS; valores superiores prejudicam a degradação ruminal (JORGE et al., 2008).

O alto nível de energia do CA vem do alto teor de óleos (20% com base na MS), mas seu uso fica restrito de 2 a 3 kg por vaca por dia devido ao alto teor de óleos insaturados (GARCIA, 2005). Para Fernandes et al. (2002), o CA tem sido utilizado no teor máximo de 15% do total da dieta em vacas leiteiras para minimizar o efeito da gordura insaturada na fermentação ruminal.

Outro importante fator a ser considerado, segundo Balieiro-Neto e Melotti (2007), é que a gordura dietética pode otimizar a utilização de energia digestível

devido a redução de perdas pela produção de gás metano e menor gasto energético para a síntese de gordura no leite.

Bernardes et al. (2007), utilizando bezerros da raça Holandesa para avaliar a substituição do feno tifton 85 pelo CA como fonte de fibra na dieta, observaram que nos bezerros aos 90 dias de idade, o pH ruminal dos animais dos dois grupos foi semelhante ao de um animal adulto e mostra que o CA foi tão capaz quanto o feno em manter o pH ruminal numa faixa favorável ao crescimento de bactérias celulolíticas, mantendo um bom ambiente ruminal. As concentrações ruminiais de ácidos graxos voláteis (AGV) entre os tratamentos foram semelhantes. A fibra presente no CA tem uma efetividade relativamente alta, estimulando a ruminação e a manutenção do funcionamento ruminal, apresentando uma alta digestibilidade (GARCIA, 2005).

Vinte e quatro cordeiros inteiros foram utilizados por Cunha et al. (2008), com o objetivo de avaliar os efeitos de dietas com diferentes níveis (0; 20; 30 e 40%) de CA integral (*Gossypium hirsutum L.*) na MS da dieta sobre o desempenho, consumo e a digestibilidade dos nutrientes. Os consumos de MS e de MO não foram afetados pelos níveis de CA integral. Os consumos de EE, FDN e FDA aumentaram e o consumo de EE, em g/dia, variou de 34,7 a 106,2 g/dia. Para os consumos de FDN e FDA, a análise de regressão mostrou que a inclusão de CA integral na dieta acarretou aumento nos consumos de 3,50 e 3,28 g/dia, respectivamente, em função da maior concentração desses nutrientes na dieta total. Os autores observaram que, os maiores consumos de FDN e FDA foram nas dietas com maiores níveis de CA integral. Os valores para o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) observados no ensaio de digestibilidade foram de 730,0; 739,0; 762,0 e 798,0 g/dia, enquanto para a energia metabolizável (EM) as ingestões diárias foram de 2,63; 2,66; 2,75 e 2,88 Mcal, evidenciando que a inclusão do CA integral nos níveis estudados não afetou o consumo de EM dos animais que receberam as rações à base de palma forrageira e feno de tifton. Os coeficientes de digestibilidade (CD) de MS, MO e carboidratos totais não sofreram influência da oleaginosa na dieta, com valores médios de 64,48; 69,87 e 67,05%. O CD de PB apresentou efeito linear crescente em relação ao aumento dos níveis de CA integral, com valores médios de digestibilidade de PB e EE para a digestibilidade destes nutrientes (68,4 e 86,6%, respectivamente). A inclusão do CA nos níveis estudados em dietas para ovinos não alterou o consumo de MS, mas deprimiu o ganho de peso e diminuiu a conversão

alimentar. A inclusão do CA melhorou a digestibilidade da FDN, sem alterar as digestibilidades de MS e MO e o consumo de nutrientes digestíveis.

Beran et al. (2007), utilizando bovinos da raça holandesa, machos castrados, fistulados no rúmen, com o objetivo de avaliar a degradação ruminal *in situ* da MS, PB e MO de concentrados contendo CA. Os autores obtiveram resultados que o CA apresentou valores baixos para a fração solúvel da MS de 30,45%, assim como para as degradabilidades efetivas (DE) a 5%/h (48,99%) e 8%/h (45,60%), o que pode ser devido ao fato do CA apresentar maiores teores de cascas e *linter*, mesmo tendo maior teor de óleo. Com relação a MO os valores encontrados apresentam o mesmo comportamento da MS, o caroço de algodão apresentou 28,38%. As DE do CA para as taxas de passagem de 3, 5 e 8%/h foram: 51,72%, 48,17% e 44,51% respectivamente. A fração solúvel da PB encontrado para o CA foi de 77,61%.

Os mesmos autores verificaram que o CA apresentou valores para as degradabilidades efetivas da PB próximos aos valores do grão de girassol integral, desengordurado e farelo de girassol, sugerindo que este alimento pode substituir os citados por apresentarem características de degradação semelhantes.

Efeitos benéficos da suplementação com CA sobre o metabolismo ruminal foram obtidos por Paulino et al. (2002), utilizando novilhos holandês-zebu fistulados no rúmen, mantidos em pastagem de *Brachiaria decumbens*, suplementados com 4kg/animal/dia de diferentes fontes protéicas (farelo de soja; caroço de algodão inteiro; grão de soja inteiro e grão de soja moído) sugeriram que o alto teor de gordura nos suplementos a base de CA e de grão de soja gerou um efeito tamponante sobre o pH ruminal, pois ocorreu inalteração do pH ruminal para estes suplementos.

Conforme Teixeira et al. (2002), a fração FDN de um alimento, que representa os constituintes da parede celular, é composta basicamente de celulose, hemicelulose, lignina e proteína lignificada, sendo sua degradabilidade representada quase unicamente pelas duas primeiras frações. Os autores observaram que a moagem do CA, quando comparada à forma inteira, aumentou a degradabilidade efetiva da MS. Resultados obtidos para a degradabilidade efetiva da FDN foram de 7,5% para o CA inteiro e 26,6% para o moído, mas da mesma forma, os valores são considerados baixos, considerando o teor de FDN do CA (47,9%), torna-se extremamente importante a degradação dessa fração, principalmente pelo fato do caroço de algodão utilizado nesse estudo ser rico em fibras (*linter*).

Ainda, os mesmos autores constataram que o processamento físico (moagem) do CA aumentou a degradabilidade ruminal da MS, PB e FDN. Apesar dos valores baixos encontrados para o CA inteiro, deve-se considerar que o fornecimento nessa forma, é uma maneira de aumentar a fração de proteína não degradada no rúmen, que em alguns casos, pode ser fundamental no balanceamento de rações.

## **6. Efeito do caroço de algodão sobre a digestibilidade aparente**

Os efeitos negativos da suplementação com gordura incluem efeitos deletérios na digestibilidade da fibra e redução no consumo de alimento, mas aos poucos estes efeitos estão sendo gradualmente pesquisados e resolvidos.

Uma forma de reduzir estes efeitos negativos seria através da utilização de sementes de oleaginosas inteiras ou através de fontes de gordura protegidas, pois segundo Zinn et al. (2000), a suplementação de óleo de canola protegido com formaldeído diminui os efeitos da depressão na digestão ruminal da FDN e aumentou o escape ruminal do N do alimento.

O contrário, ou seja, o fornecimento de AG poliinsaturados sem proteção para ruminantes é restringido devido aos seus efeitos adversos, particularmente na digestão da fibra. Isto pode ser observado por Machmüller et al. (2000) ao suplementarem cordeiros em crescimento com diferentes sementes de oleaginosas esmagadas (canola, girassol e linho) e observarem que, principalmente a semente de girassol, reduziu a digestibilidade da FDN e da FDA. Houve também uma redução na digestibilidade da MO. Por outro lado, a suplementação de lipídios aumentou a digestibilidade aparente do EE quando comparado ao controle.

Similarmente, Luginbuhl et al. (2000), utilizando 36 cabritos (Boer e ½ Boer), com peso vivo médio de 21kg, para testar o efeito de níveis de CA (0; 8; 16 e 24%), descreveram que os coeficientes de digestibilidade da MS e da FDA decresceram linearmente com o aumento de CA. No entanto, a digestibilidade da celulose e da FDN mantiveram-se constantes até o nível 16% e depois decresceram, mas a digestibilidade da proteína não sofreu alteração.

Solaiman et al. (2002) utilizaram quatro cabras da raça Nubiana ( $72,6 \pm 0,64$ kg de PV) para testar quatro dietas contendo 45% de feno de capim bermuda (*Cynodon dactylon*) e 55% de concentrado. O CA revestido com amido de milho

gelatinizado substituiu o milho e o farelo de soja (FS) em 0; 15,7; 32,7 ou 50,3%. Com isto, houve uma queda linear na digestibilidade da MS com a substituição do CA pelo FS e o grão de milho. O mesmo não ocorreu para a digestibilidade da PB.

Altas concentrações de CA revestido com amido, associados à baixa digestibilidade da fibra, limitam a sua digestibilidade através de um maior consumo, repercutindo em decréscimo na digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos. Entretanto, devido às diferenças entre pequenos e grandes ruminantes quanto à extensão da mastigação, nível de consumo do alimento e, taxas de passagem, a aplicabilidade dos resultados para grandes ruminantes é incerta (SOLAIMAN et al., 2002).

Fernandes et al. (2002) relataram uma tendência de redução no consumo de MS nos níveis acima de 12% de CA, em vacas leiteiras, e atribuíram esta ocorrência a uma provável diminuição da digestibilidade ruminal da fibra. Os mesmos autores não observaram influência dos níveis de CA no coeficiente de digestibilidade da FDN, mesmo no nível de inclusão de 24% mas, observaram um decréscimo linear na digestibilidade do FDA, com o aumento da inclusão deste co-produto.

## 7. CONCLUSÕES

Com base nos dados de literatura pesquisados, constatou-se que o caroço de algodão reúne características benéficas para a utilização na dieta de animais ruminantes. A composição bromatológica evidencia um co-produto com alto teor de lipídeos, de proteína, associado a valores de fibra em detergente neutro semelhante as de espécies forrageiras, e capaz de promover a ruminação, pelos elevados valores de fibra efetiva e manutenção da gordura do leite.

Sob o aspecto qualitativo, apresenta um perfil de ácidos graxos favorável, pois o caroço de algodão possui a maioria dos ácidos graxos na forma poliinsaturada (linoléico) e monoinsaturada (oléico).

Todavia, para garantir os efeitos benéficos do caroço de algodão em relação ao metabolismo ruminal, digestibilidade e degradabilidade, devem-se observar as suas limitações. As principais limitações estão correlacionadas aos efeitos negativos da presença de gossipol.

Destarte, quando administrado de maneira balanceada e adequada, considerando as suas limitações, só tem a favorecer a alimentação de ruminantes,

pois é um co-produto com um adequado valor protéico e energético, além de apresentar um preço menor, e repercutir na diminuição dos custos provenientes da alimentação.

## 8. Referências Bibliográficas

BALIEIRO-NETO, G.; MELLOTTI, L. Produção de ácidos graxos voláteis e contagem de protozoários ruminais em bovinos suplementados com gordura. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 115-121, 2007.

BERAN, F.H.B.; SILVA, L.D.F.; RIBEIRO, E.L.A. et al. **Degradabilidade ruminal “in situ” da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 26, n. 3, p. 405-418, 2005

BERNARDES, E.B.; COELHO, S.G.; CARVALHO, A.U. et al. **Efeito da substituição do feno de Tifton 85 pelo caroço de algodão como fonte de fibra na dieta de bezerros**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.59, n.4, p.955-964, 2007.

BERTRAND, J. A.; SUDDUTH, T. Q.; CONDON, A. et al. Nutrient content of whole cottonseed. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 4, p. 1470-1477, 2005.

BUSER, M.D. e ABBAS, H.K. Mechanically processing cottonseed to reduce gossypol and aflatoxin levels. **Toxin reviews**, v.20, p.179-208, 2001.

CRANSTON, J. J.; RIVERA, J. D.; GALYEAN, M. L. et al. Effects of feeding whole cottonseed and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 8, p. 2186-2199, 2006.

COUTINHO, E.M. Gossypol: a contraceptive for men. **Contraception**, v.65, p.259-263, 2002.

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

FERNANDES, J.J.R.; PIRES, A.V.; SANTOS, F.A.P. et al. Teores de caroço de algodão em dietas contendo silagem de milho para vacas em lactação. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.1071-1077, 2002.

GARCIA, W.R. **Processamento da soja grão e do caroço de algodão em dietas de vacas leiteiras**. 2005. 91f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras.

GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; DE PAULA, E.J.H. et al. **Inclusão do caroço de algodão em rações de altoconcentrado constituído de co-produtos agroindustriais sobre o desempenho animal em tourinhos confinados**. Archives of Veterinary Science. v.16, n.3, p.14-24, 2011



GOULARTE, S.R.; ÍTAVO, L.C.V.; MORAIS, M.G. et al. **Consumo de nutrientes e parâmetros ruminais de vacas alimentadas com diferentes níveis de energia na dieta.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.62, n.2, p.357-364, 2010.

HARVATINE, D.I.; WINKLER, J. E.; DEVANT-GUILLE, M. et al. Whole linted cottonseed as a forage substitute: fiber effectiveness and digestion kinetics. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1988-1999, 2002.

JORGE, J.R.V.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. et al. BUBLITZ, E.E. Lipídios em dietas para novilhos holandeses: digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.4, p. 743-753, 2008.

KLEEMANN, G.K.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E. Valor nutricional do farelo de algodão para alor a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.31, n.1, p.87-94, 2009.

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

MACHMÜLLER, A.; OSSOWSKI, D.A.; KREUZER, M. Comparative evaluation of the effects of coconut oil, oilseeds and crystalline fat on methane release, digestion and energy balance in lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.85, p.41-60, 2000.

MARCONDES, M.I.; FILHO, S.C.V.; OLIVEIRA, I.M. et al. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1313-1324, 2011.

MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Caroço de algodão em dietas à base de palma forrageira para vacas leiteiras: síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.912-920, 2007.

MORGAN, SANDRA. **Gossypol Toxicity in Livestock.** VTMD-9116 Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets are also available on our website at: <http://osufacts.okstate.edu>. Acesso em maio de 2012.

NASCIMENTO, C.L.M.M. **Valor nutricional e energético do farelo de algodão de alta energia ® em rações para suínos.** 2009. 64f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; FILHO, S.C.V. et al. Soja Grão e Caroço de Algodão em Suplementos Múltiplos para Terminação de Bovinos Mestiços em Pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.484-491, 2002.

PUSCHNER, B. Mycotoxins. **Vet. Clin. North Am.**, Small Anim. Pract., 32: 409-419, 2002.

ROBINSON, P.H.; GETACHEW, G.; PETERS, E.J. et al. Influence of variety and storage for up to 22 days on nutrient composition and gossypol level of Pima cottonseed (*Gossypium* spp.). **Animal Feed Science and Technology**, v.91, p.149-156, 2001.

SILVA, L.D.F.; RAMOS, B.M.O.; RIBEIRO, E.L.A. et al. Degradabilidade ruminal *In situ* da matéria seca e proteína bruta de duas variedades de grão de soja com diferentes teores de inibidor de tripsina, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1251-1257, 2002

SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; RODRIGUES, C.A.F. et al. Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.246-256, 2007.

SOLAIMAN, S.G.; SMOOT, Y.P.; OWENS, F. N. Impact of EasiFlo cottonseed on feed intake, apparent digestibility, and rate of passage by goats fed a diet containing 45% hay. **Journal of Animal Science**, v.80, p.805–811, 2002.

SOUZA, A.A.A. **Características físico-químicas e sensoriais da carne de bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*) alimentados com diferentes fontes de lipídios e de selênio**. 2008. 71f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Curso de Pós-graduação, Universidade de São Paulo.

TEIXEIRA, D.A.B. e BORGES, I. **Efeito do nível de caroço integral de algodão sobre o consumo e digestibilidade aparente da fração fibrosa do feno de braquiária (*Brachiaria decumbens*) em ovinos**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.57, n.2, p.229-233, 2005.

TEIXEIRA, J. C.; SILVA, E. A.; BRAGA, R. A. N. et al. Cinética da digestão ruminal do caroço de algodão e do grão de milho em diferentes formas físicas em vacas holandesas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 4, p. 842-845, 2002.

ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja e milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.937-943, 2001.

ZINN, R.A. et al. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1738-1746, 2000.