

## USO DO CAROÇO DE ALGODÃO NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

Marcos Cláudio Pinheiro Rogério  
Iran Borges  
Genário Sobreira Santiago  
Daniela Aparecida Barroso Teixeira

ROGÉRIO<sup>1</sup>, M.C.P., BORGES<sup>2</sup>, I., SANTIAGO<sup>3</sup>, G.S., TEIXEIRA<sup>4</sup>, D.A.B. Uso do caroço de algodão na alimentação de ruminantes. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 6(1): p. 75-80, 2003.

**RESUMO:** A utilização do caroço de algodão na alimentação de ruminantes tem despertado grande interesse principalmente por ser este alimento uma importante fonte energético-protéica suplementar às forragens. Além disso, representa reflexos positivos nos índices de produtividade dos rebanhos e contribuição para a qualidade dos produtos de origem animal quanto a formulação de dietas humanas mais saudáveis. Esta revisão demonstra considerações necessárias para o estudo e tomada de decisão quanto a utilização desta semente oleaginosa em dietas de ruminantes. São discutidas as características, importância, valor nutritivo, potencial de contaminação com gossipol e aflatoxinas, indicações de uso e resultados experimentais de consumo e digestibilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** caroço de algodão, dietas, oleaginosas, ruminantes, sementes

### USE OF WHOLE COTTONSEED IN THE FEEDING OF RUMINANTS

ROGÉRIO, M.C.P., BORGES, I., SANTIAGO, G.S., TEIXEIRA, D.A.B. Use of whole cottonseed in the feeding of ruminants. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 6(1): p. 75-80, 2003.

**ABSTRACT:** Use of whole cottonseed in the feeding of ruminants has excited a great interest mainly for being this food an important energetic and proteic supplemental source to the forage. Moreover, it represents good consequences in the indices of productivity of the flocks and contribution for quality of animal products like ingredients of human diets. This article makes necessary considerations for the study and taking of decision to use this seed in diets of ruminants. Features, importance, nutritional value, possibility of contamination with gossypol and aflatoxins, indications of use and experimental results of intake and digestibility are demonstrated.

**KEY-WORDS:** diets, oleaginous, ruminants, seeds, whole cottonseed

### USO DE LA SEMILLA DEL ALGODÓN EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

ROGÉRIO, M.C.P., BORGES, I., SANTIAGO, G.S., TEIXEIRA, D.A.B. Uso de la semilla del algodón en la alimentación de rumiantes. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 6(1): p. 75-80, 2003.

**RESUMEN:** El uso de la semilla de algodón en la alimentación de rumiantes ha despertado gran interés principalmente por ser este alimento una fuente de energía y proteína suplemental importante en los sistemas tradicionales de alimentación con forrajes. Por otra parte, han sido observados aumentos en los índices de productividad de los rebaños y mejoras en la calidad de los productos de origen animal, permitiendo obtener dietas más saludables para los seres humanos. Esta revisión muestra aspectos necesarios para el estudio y la toma de decisión para el uso de esta semilla en dietas para rumiantes. Características, importancia, valor nutritivo, potencial de contaminación con gossypol y aflatoxinas, indicaciones de uso y resultados experimentales de consumo y digestibilidad son discutidos.

**PALABRAS-CLAVE:** algodón, dietas, oleaginosas, rumiantes, semillas

<sup>1</sup> Médico Veterinário, Mestre, Doutorando em Ciência Animal – Escola de Veterinária (UFMG). Endereço para correspondência: Rua Martins Neto n.341 – Bairro: Antônio Bezerra, Fortaleza – Ceará – Brasil, CEP.: 60.360-400. E-mail: mcpr75@hotmail.com

<sup>2</sup> Zootecnista, Doutor em Ciência Animal, Prof. Adjunto da Escola de Veterinária da UFMG – Av. Antônio Carlos, 6627 - São Francisco, C.P. 567, Belo Horizonte – MG. E-mail: iran@vet.ufmg.br

<sup>3</sup> Médico Veterinário, Doutor em Ciência Animal, Prof. Adjunto da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza – CE.

<sup>4</sup> Zootecnista, Mestre, Vaccinar – Belo Horizonte – MG. E-mail: da\_barroso@yahoo.com.br

## Introdução

A cultura do algodão gera uma série de subprodutos como o caroço, a torta e o farelo de algodão, que são amplamente utilizados na alimentação de ruminantes (GONÇALVES & BORGES, 1997). O caroço de algodão apresenta disponibilidade crescente para uso em ração animal, criada pela substituição do óleo de algodão por outros óleos, para o consumo humano (DELGADO, 1994). Apesar de conter óleo com alto grau de insaturação, pode compor até 25% (cerca de 5% de óleo) da matéria seca da dieta, sem que sejam observados efeitos negativos na digestibilidade da fibra, perdas qualitativas no leite, ou prejuízos à saúde dos animais (SMITH *et al.*, 1981; COPPOCK *et al.*, 1987).

## Revisão de Literatura

### Características do caroço de algodão

O caroço de algodão apresenta as seguintes porções: casca, línter (aproximadamente 10% do peso do caroço de algodão integral) e plumas. A casca normalmente é separada antes do esmagamento do caroço, mas o caroço inteiro é extraído freqüentemente para o óleo (FAO, 1992). O conteúdo de óleo (20% da matéria seca) reflete a alta concentração energética (PIRES *et al.*, 1997). O algodão em caroço mantém valores médios em sua composição de 36% de pluma, 58% de caroço e 6% de quebra. Na indústria têxtil, a maior parte da pluma é retirada restando três partes a serem consideradas: a fibra (composta pelo línter, pura celulose com alta degradabilidade, e sobras da pluma), a casca e a amêndoa (SILVA, 1995). Uma tonelada de caroço gera aproximadamente 200 quilogramas de óleo, 500 quilogramas de torta de algodão e 300 quilogramas de cascas (FAO, 1992).

Existem dois tipos comerciais do caroço de algodão: alto línter ou caroço de algodão branco (variedade Akala) e baixo línter ou caroço de algodão preto (variedade Pima). Segundo a FAO (1992), as fibras do caroço de algodão branco cobrem a superfície inteira e são muito difíceis de remover, já o de baixo línter caracteriza-se por apresentar menos fibra (50 a 100 g/kg a menos) e maiores conteúdos de extrato etéreo e proteína (COPPOCK *et al.*, 1985b; NRC, 1989). COPPOCK *et al.* (1985b), trabalhando com vacas leiteiras, comentaram também que o caroço de algodão branco adere mais às paredes ruminais, o que leva à maior regurgitação e melhor ruminação em comparação ao caroço de algodão preto. Segundo estes mesmos autores a digestibilidade da proteína bruta do caroço de algodão branco foi de 64,4% em comparação a 58,9% do preto. A digestibilidade do extrato etéreo foi menor para o caroço de algodão de baixo línter (85,3% versus 90,9%). SULLIVAN *et al.* (1993) observaram que as digestibilidades da proteína bruta e do extrato etéreo foram menores para o caroço de algodão de baixo línter.

### Importância na alimentação de ruminantes

O caroço de algodão é utilizado na alimentação de ruminantes como suplemento às forragens. A retirada do línter resulta em proteína e extrato etéreo mais elevados e um índice mais baixo de fibra (FAO, 1992). NEILL *et al.* (1967) *apud* FAO (1992) recomendaram que o caroço de algodão pode ser utilizado sem problemas em níveis inferiores a 20% em dietas de terminação, não detectando efeitos depletivos sobre a libidlo. As recomendações feitas por PIRES *et al.* (1997) para quantidades máximas de caroço de algodão integral às dietas de ruminantes giram em torno de 15% do total da dieta, minimizando os efeitos depletivos das gorduras sobre a digestibilidade da fibra ruminal.

**Tabela 1** - Composição bromatológica e valor energético do caroço de algodão, em base de matéria seca, de acordo com vários autores

Fonte	%MS	%PB	%FDN	%FDA	%EE	E.D. (Mcal/kg)
ANDERSON <i>et al.</i> (1979)	93,2	22,7	-	-	21,7	3,90
SMITH <i>et al.</i> (1981)	-	22,3	-	33,8	20,2	-
COPPOCK <i>et al.</i> (1985a) (Variedade Pima)	95,6	28,0	36,8	26,6	23,6	-
NRC (1984)	-	23,7	-	29	23,3	-
NRC (1989)	92,0	23,0	44,0	34,0	20,0	3,83
COPPOCK <i>et al.</i> (1987)	-	23,9	39	29	20,8	4,23
ARIELI (1992)	-	23,1	48,0	39,0	20,0	-
KARALAZOS <i>et al.</i> (1992)	89,1	21,7	39,8	32,2	14,1	-
ZINN & PLASCENCIA (1993)	-	25,6	-	36,6	18,1	3,54
DELGADO (1994)	91,9	22,4	47,9	-	19,6	-
MEIRELLES (1992)	90,1	22,8	47,9	-	19,5	-
FAO (1992) - Índia	94,3	20,6	-	-	20,1	-
FAO (1992) - Egito	91,2	21,5	-	-	26,2	-
BORGES (1997)	91,6	22,2	47,25	36,04	19,1	-
PIRES <i>et al.</i> (1997)	-	14,8	30,1	-	-	-
WEST <i>et al.</i> (1998)	92,3	19,7	49,4	38,2	-	-

O caroço de algodão destaca-se como alternativa na elaboração de dietas para ruminantes, principalmente por ter reflexos positivos nos índices de produtividade e qualidade dos produtos de origem animal. O seu uso tem ganhado espaço entre os nutricionistas por apresentar de forma ímpar, ao mesmo

tempo, altas concentrações de óleo, proteína e fibra permitindo a substituição de alimentos volumosos sem prejudicar a fermentação ruminal (NRC, 1989; DELGADO, 1994), refletindo em seu conteúdo energético. Poucos alimentos conseguem reunir estes nutrientes em altas concentrações e possuir uma

fibra de alta degradabilidade como o caroço de algodão (COPPOCK *et al.*, 1987; ARIELI, 1998).

Além disso, o uso de sementes de oleaginosas também representa melhoria da qualidade do leite e da carne para as dietas humanas. O uso de sementes de oleaginosas pode resultar na produção de ácidos graxos específicos para obtenção de produtos lácteos e cárneos cada vez mais saudáveis, atendendo às exigências do mercado consumidor (ROGÉRIO *et al.*, 1999).

### Valor nutritivo

O caroço de algodão é capaz de balancear energeticamente uma dieta sem comprometer o teor fibroso, contribuindo ainda para a fração protéica da mistura final (BORGES, 1997). ARIELI (1998) complementou que a proteína do caroço de algodão apresenta alta degradabilidade ruminal tanto em grandes quanto em pequenos ruminantes.

A composição média do caroço de algodão é apresentada a seguir na TABELA 1 onde se vê uma compilação de dados de vários autores. As diferenças em composição bromatológica do caroço de algodão resultam em parte do tamanho da semente, conteúdo de línter da casca e possíveis contaminações do material em análise (ZINN & PLASCENCIA, 1993).

KARALAZOS *et al.* (1992), da literatura consultada, foram os únicos que apresentaram valores percentuais de hemicelulose, celulose e lignina do caroço de algodão integral. Os valores são respectivamente 7,6; 24,2 e 8,1%. O caroço de algodão apresenta três vezes mais proteínas solúveis (albumina 340 g/kg e globulina 230 g/kg) no ambiente ruminal que proteínas insolúveis (prolamina 60g/kg e glutelina 130 g/kg). Metade da proteína degradável no rúmen proveniente do caroço de algodão resulta dessa fração solúvel (KEELE *et al.*, 1989).

### Contaminação por gossipol e aflatoxinas

O gossipol é um composto polifenólico de cor amarela antioxidante e antipolimerizante produzido em glândulas localizadas nas raízes, folhas, hastes e sementes da planta do algodão, capaz de fornecer proteção contra danos provocados por insetos, mas também tóxico para os animais, embora em menor nível para os ruminantes (GONÇALVES & BORGES, 1997; SANTOS, 1997). A intoxicação pelo gossipol em ruminantes é rara e improvável, a não ser que sejam fornecidas quantidades superiores a 3 ou 4 kg por dia (FAO, 1992). Os ruminantes têm habilidade de tolerar o gossipol porque os microrganismos do rúmen promovem ligações com o grupo e-amino da lisina de proteínas solúveis, que impedem sua absorção, razão pela qual não se recomenda a inclusão de caroço de algodão em dietas de bezerros, sem o pleno desenvolvimento ruminal (SANTOS, 1997; ARIELI, 1998). Os fatores que predisõem os ruminantes à toxicidade ao gossipol são: idade, duração da ingestão, função ruminal e conteúdos de proteína e minerais da ração. Para que ocorra sinais de intoxicação pelo gossipol é necessário que haja sua ingestão por várias semanas ou meses, pois seu efeito é cumulativo.

O risco de contaminação por aflatoxinas é alto se a cultura esteve sujeita a altas temperaturas e alta umidade antes da colheita (COPPOCK *et al.*, 1987). Nos caroços estocados,

os fatores responsáveis pela formação de micotoxinas incluem composição e conteúdo de umidade do grão, temperatura ambiente, presença de sementes danificadas, disponibilidade de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, presença de fungos e de insetos (ROGER & COULOMBE, 1993; MARQUARDT, 1996). Devido ao alto valor energético, as sementes de oleaginosas fornecem um meio extremamente rico para o crescimento de fungos. O *Aspergillus flavus* é a principal espécie que leva a esta contaminação, capaz de produzir uma grande variedade de aflatoxinas. Ruminantes adultos, no entanto, são menos susceptíveis à aflatoxicose por possuírem capacidade de detoxificar parte da toxina no rúmen. São freqüentemente observados, no entanto, casos de queda na produção, redução na conversão alimentar e peso, maior susceptibilidade a doenças infecciosas e parasitárias (MARQUARDT, 1996).

### Consumo e digestibilidade do caroço de algodão integral

Diversos autores comentaram que a adição às rações do caroço de algodão, numa proporção de 25 a 30% da dieta total, mantém o nível de ingestão de matéria seca, aumenta a energia líquida ingerida, elevando a porcentagem de gordura do leite, a produção de leite e a digestibilidade do extrato etéreo da dieta, não havendo alteração na digestibilidade da fibra, por ser o caroço de algodão um alimento que possui ao mesmo tempo altos teores de energia e fibra de alta digestibilidade (PALMQUIST & JENKINS, 1980; SMITH *et al.*, 1981; COPPOCK *et al.*, 1987; WILKS *et al.*, 1991; ARIELI, 1998). Segundo ANDERSON *et al.* (1980) e VILLELA *et al.* (1996), a inclusão do caroço de algodão em até 30% do concentrado aumenta linearmente o consumo de extrato etéreo sem influenciar o consumo dos outros nutrientes (PALMQUIST & JENKINS, 1980; ARIELI, 1998).

Para COPPOCK *et al.* (1985a), HORNER *et al.* (1986) e DALE *et al.* (1986), a adição do caroço de algodão na proporção de até 20% da dieta não afetou a ingestão de MS total. COPPOCK *et al.* (1985a) ressaltaram no entanto, que quando a inclusão do caroço de algodão ultrapassou 30% do total da dieta houve redução linear no consumo de MS por unidade de peso corporal e metabólico, apesar da redução no consumo de energia só ter sido evidenciada quando o caroço de algodão esteve presente em níveis acima de 50% do total da dieta.

Trabalhando com ovinos WARREN *et al.* (1988) constataram que o uso do caroço de algodão em até 25% da dieta não afetou a ingestão e a digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica. Os ganhos de peso foram superiores à dieta controle, e foram obtidos ótimos resultados no crescimento da lã.

COPPOCK *et al.* (1987) constataram que o consumo de matéria seca de vacas leiteiras não foi alterado quando essa semente foi incluída em até 25% da dieta. COPPOCK *et al.* (1985a), por sua vez, em níveis superiores a 20% de inclusão de caroço, demonstraram um declínio no consumo de matéria seca, o que foi explicado em função do alto conteúdo de fibra das dietas. BELIBASAKIS & TSIRGOGIANNI (1995), por sua vez, não obtiveram redução no consumo de matéria seca quando da inclusão do caroço em suas dietas para vacas leiteiras. WILKS *et al.* (1991), contrariamente, encontraram aumento no consumo de matéria seca associado com a inclusão do caroço de algodão em dietas de vacas leiteiras.

PIRES *et al.* (1997) testando o efeito da tostagem do

caroço de algodão sobre a digestibilidade aparente no caroço integral para vacas em lactação, observaram diminuição da digestibilidade aparente da matéria orgânica, do nitrogênio, da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido. O consumo de matéria orgânica e de nitrogênio, no entanto, foi indiferente entre dietas que forneceram caroço de algodão integral cru ou tostado. O consumo de fibra detergente neutro, entretanto, foi mais baixo para as dietas que continham caroço de algodão cru que para aquelas com o tostado.

ARIELI (1994) verificou que a partir da inclusão do caroço de algodão (níveis acima de 25% do total em matéria seca) em dietas de ovinos, não houve efeito significativo sobre o coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta. Este resultado também foi encontrado por SMITH *et al.* (1981). A inclusão de caroço de algodão integral (20% do total da dieta) a dietas compostas de feno de alfafa, cevada, milho, melaço de cana, sal comum e sal mineral fez diminuir a digestibilidade da matéria orgânica das dietas significativamente (ZINN & PLASCENCIA, 1993). A adição de caroço de algodão integral (20% do total da dieta) também elevou a taxa de passagem de material nitrogenado ao intestino delgado por causa do aumento de 37,5% da síntese de proteína microbiana concordando com afirmações feitas por ZINN (1989).

SMITH & VOSLOO (1990) testaram em seu trabalho a inibição dos efeitos deletérios dos lipídeos sobre a fermentação ruminal em ovinos, a partir da idéia de DEVENDRA & LEWIS (1974) de que agentes ativos de superfície poderiam aumentar a digestibilidade dos ingredientes da parede celular de plantas forrageiras em dietas ricas em lipídeos. De acordo com SMITH & VOSLOO (1990), a lanolina é um emulsificador com capacidade de exercer esta função.

Inicialmente SMITH & VOSLOO (1990) realizaram ensaio para obtenção dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes em dietas que continham níveis crescentes de caroço de algodão integral (0, 10, 15 e 20%), a partir de um nível básico de consumo alimentar de 45g MS/kg<sup>0,75</sup>/dia. As digestibilidades aparentes da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra bruta, FDN, FDA e energia bruta decresceram significativamente em função do aumento dos níveis de caroço de algodão integral nas dietas. Isto ocorreu aparentemente em função da depressão da digestibilidade da fibra. A digestibilidade do extrato etéreo, no entanto aumentou significativamente nas dietas com caroço de algodão. Isto provavelmente devido à alta digestibilidade do óleo do caroço. A retenção de nitrogênio também aumentou com a maior quantidade de caroço de algodão.

A segunda parte do trabalho de SMITH & VOSLOO (1990) tratou de analisar os efeitos negativos do óleo do caroço de algodão sobre o metabolismo ruminal. A lanolina foi suplementada como emulsificadora das 5 dietas (0, 1, 2, 4 e 8% de lanolina às dietas 1, 2, 3, 4 e 5 respectivamente). Nesta parte do trabalho, as dietas contiveram de 23 a 25% de caroço de algodão integral. As digestibilidades aparentes da FDN e do nitrogênio foram significativamente mais altas para a ração com 2% de lanolina que para a ração com 0% de lanolina. O autor concluiu que o pequeno aumento na digestibilidade total dos nutrientes com a inclusão de 2% de lanolina, não justificou sua inclusão nas dietas com altas percentagens de caroço de algodão.

KARALAZOS *et al.* (1992) examinaram os efeitos do caroço de algodão sobre a digestibilidade aparente a partir de dietas básicas contendo feno de alfafa, grão de milho e mistura mineral e vitamínica. Determinaram também o valor energético do caroço de algodão integral em diferentes proporções nesta dieta básica. Os níveis crescentes de caroço de algodão na dieta apresentaram a seguinte concentração: 0; 17,5; 35,5 e 53% substituindo iguais quantidades de grão de milho. Registraram a diminuição linear dos coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO e EB com o aumento dos níveis de caroço de algodão dietético. Em função da alta densidade energética das dietas com caroço de algodão, não houve efeito do caroço sobre o consumo de energia digestível.

Para a digestibilidade aparente da proteína bruta, KARALAZOS *et al.* (1992) não verificaram influência positiva da inclusão crescente do caroço de algodão, havendo, no entanto, uma tendência para aumento da digestibilidade aparente nas dietas que contiveram caroço de algodão em níveis de 17,5 e 35,5% em comparação com a dieta controle. A digestibilidade aparente do extrato etéreo foi maior em dietas com caroço de algodão em comparação à dieta controle. Um aumento linear da digestibilidade aparente do extrato etéreo ocorreu conforme elevou-se a quantidade (de 0 para 35,5% do total da dieta), não sendo porém significativa a variação de digestibilidade deste nutriente entre os tratamentos 35,5% e 53%. BROSH *et al.* (1989) também encontraram aumentos lineares quando houve maior teor do caroço de algodão integral nas dietas.

O trabalho de KARALAZOS *et al.* (1992) também analisou os coeficientes de digestibilidade aparente das porções fibrosas das dietas, encontrando aumento de acordo com a maior participação do caroço de algodão. Houve diminuição apenas no tratamento com 53% de caroço de algodão. Esta redução concordou com os resultados de DEVENDRA & LEWIS (1974) em que altos níveis de inclusão de gordura deprimem o ataque das fibras pelos microrganismos ruminais, o que leva à redução da digestibilidade aparente das frações fibrosas.

LUGINBUHL *et al.* (2000) estudaram o efeito do nível do caroço de algodão integral sobre o consumo, digestibilidade e desempenho de caprinos alimentados com dieta básica composta de feno de *orchard grass* (*Dactylis glomerata*) e concentrado (milho e farelo de soja). O caroço de algodão integral foi sendo adicionado nos diferentes tratamentos em níveis crescentes (0, 8, 16 e 24%), substituindo gradualmente o milho e o farelo de soja, sendo mantidas, entretanto, as condições isoprotéicas e isoenergéticas das dietas. Os consumos de matéria seca e proteína bruta decresceram linearmente com o aumento do caroço de algodão nas dietas. O consumo de extrato etéreo, contrariamente, aumentou de forma cúbica. A adição de caroço de algodão resultou em decréscimo linear dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e da FDN. A digestibilidade aparente da proteína bruta não foi afetada pelo nível de caroço de algodão integral. Nos níveis de 16 e 24% de caroço de algodão integral, a quantidade de extrato etéreo constituiu 4,2 e 4,8% do total de matéria seca ingerida, respectivamente. Estes autores indicaram cautela no uso do caroço de algodão integral em função dos substanciais decréscimos no consumo, digestibilidade e desempenho dos caprinos.

ROGÉRIO (2001) a partir da inclusão de caroço de algodão integral em níveis crescentes (0, 12, 24, 35 e 45%) a uma dieta básica de feno de *Tifton 85* fornecida a ovinos encontrou que não houve efeito inibitório da inclusão do caroço de algodão sobre os consumos e coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica, mas essa inclusão proporcionou aumentos desses parâmetros para a proteína bruta e extrato etéreo. O decréscimo dos coeficientes de digestibilidade da FDN, da FDA e da celulose provavelmente resultaram do efeito inibidor dos lipídeos existentes no caroço sobre a digestibilidade da fibra. Curiosamente a fração hemicelulósica não apresentou decréscimo em seus coeficientes de digestibilidade para nenhum dos níveis de inclusão. O autor concluiu que a utilização do caroço de algodão em dietas para ovinos está condicionada à níveis situados entre 12 e 24% do total das rações em função de haver nesse intervalo um maior consumo de energia e proteína e, ao mesmo tempo, prejuízos menores sobre a digestibilidade das frações fibrosas.

Mais pesquisas são requeridas particularmente para elucidar a inalterabilidade da digestibilidade da hemicelulose com a inclusão crescente de caroço de algodão e os mecanismos fisiológicos da inibição do consumo de extrato etéreo em níveis de inclusão superiores a 30%. Além disso, a elevação da digestibilidade do extrato etéreo e da proteína bruta com a inclusão crescente do caroço de algodão fornecem recursos para pesquisas de digestibilidade *in situ* e partição da digestão que venham a estudar os sítios específicos de digestão do extrato etéreo, taxa de passagem de material nitrogenado e encontrar melhores explicações para esse aumento até o nível em que essa inclusão traga prejuízos ao desempenho animal.

### Indicações de uso do caroço de algodão

Conforme TOMICH & GONÇALVES (1997), o fornecimento do caroço de algodão para arraçamento do gado bovino é mais conveniente se administrado junto ao volumoso. Caso não seja possível, pode-se administrar separadamente, com acesso livre, mas a ingestão deve ser garantida e segura. Para sistemas de dieta completa, o caroço de algodão pode ser acrescentado à mistura, sendo esse o manejo mais adequado para o melhor aproveitamento do caroço de algodão. As recomendações máximas de uso do caroço de algodão são:

- Animais jovens (pré-ruminantes) – não fornecer (problemas de intoxicação com gossipol).
- Animais desmamados – 0,33% do peso vivo por dia.
- Animais adultos – 0,50% do peso vivo por dia.
- Reprodutores – não recomendado.

### Conclusão

A inclusão do caroço de algodão integral em dietas para ruminantes pode representar uma opção regional quanto a preço e disponibilidade favoráveis em relação a outras fontes energético-protéicas convencionais. Os melhores resultados de desempenho descritos na literatura são alcançados com níveis situados entre 10 e 25% de caroço de algodão na MS total da dieta, não havendo perdas quanto a digestibilidade das frações fibrosas, nem causando prejuízos ao desempenho produtivo dos animais.

### Referências

- ANDERSON, M. J. *et al.* Feeding whole cottonseed to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.62, n.7, p.1098-1103, 1979.
- ANDERSON, M. J., LAMB, R. C., WALTERS, J. L. Comparison of four levels of whole cottonseed for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.63, suppl. 1, p.154-162, 1980.
- ARIELI, A. Effect of whole cottonseed on partitioning of energy and nitrogen balance in sheep. *Animal Production*, v.58, n.1, p.103-108, 1994.
- ARIELI, A. Energetic value of whole cottonseed fed for maintenance of sheep at 2 levels in the diet. *Livestock Production Science*, v.31, n.3-4, p.301-311, 1992.
- ARIELI, A. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. *Animal Feed Science and Technology*, v.72, n.1-2, p.97-110, 1998.
- BELIBASAKIS, N. G., TSIRGOGIANNI, D. Effect of whole cottonseed on milk yield, milk composition, and blood components of dairy cows in hot weather. *Animal Feed Science and Technology*, v.52, n.1-3, p.227-235, 1995.
- BORGES, I. *Influência da dieta na degradabilidade in situ do caroço de algodão integral e do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado, na dinâmica da fermentação ruminal e na cinética sanguínea de ovinos*. Belo Horizonte, 1997. 130f. Tese (Doutorado em Ciência Animal, Nutrição Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.
- BROSH, A., HOLZER, Z., LEVY, D. Cottonseed for protein and energy supplementation of high-roughage diets for beef cattle. *Animal Production*, v.48, n.1-2, p.513-518, 1989.
- COPPOCK, C.E.; LANHAM, J.K.; HORNER, J.L. A review of nutritive value and utilization of whole cottonseed, cottonseed meal and associated by-products by dairy cattle. *Animal Feed Science and Technology*, v.18, n.2, p.89-129, 1987.
- COPPOCK, C. E. *et al.* Effect of amount of whole cottonseed on intake, digestibility, and physiological responses of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.68, n.7-8, p.2248-2258, 1985a.
- COPPOCK, C. E. *et al.* Effect of lint on whole cottonseed passage and digestibility and diet choice on intake of whole cottonseed by Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v.68, n.5, p.1198-1206, 1985b.
- DALE, R. L., ROFFLER, R. E., THOMAS, V. M. Dairy cattle fed rations containing 0, 10 or 20% whole cottonseed. *Journal of Dairy Science*, v.68, suppl. 1, p.114-115, 1986.
- DELGADO, E. F. *Caroço de algodão e milho-grão, em diferentes formas físicas, na alimentação de vacas em lactação*. Lavras, 1994. 89f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Nutrição de Ruminantes) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- DEVENDRA, C., LEWIS, D. The interaction between dietary lipids and fibre in the sheep. 2. Digestibility studies. *Animal Production*, v.19, n.1, p.67-76, 1974.
- FAO. Food Agriculture Organization United Nations. *Tropical feeds*. 3.0. Oxford: Oxford Computer Journals, 1992. Disponível em <<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/TFEED8/index.htm>> Acesso em 15 maio 2001.
- GONÇALVES, L. C., BORGES, I. Farelo e caroço de algodão. In: \_\_\_\_\_. *Alimentos e alimentação de gado de leite*. Belo Horizonte - UFMG, 1997. p.21-22.

- HORNER, J. L. *et al.* Influence of niacin and whole cottonseed on intake, milk yield and composition, and systemic responses of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.69, n.12, p.3087-3094, 1986.
- KARALAZOS, A., DOTAS, D., BIKOS, J. A note on the apparent digestibility and nutritive value of whole cottonseed given to sheep. *Animal Production*, v.55, n.2, p.285-287, 1992.
- KEELE, J. W., ROFFLER, R. E., BEYERS, K. Z. Ruminant metabolism in nonlactating cows fed whole cottonseed or extruded soybeans. *Journal of Animal Science*, v.67, n.5-6, p.1612-1622, 1989.
- 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, n.6, p.1677-1683, 2000.
- MARQUARDT, R. R. Effects of molds and their toxins on livestock performance: a western canadian perspective. *Animal Feed Science and Technology*, v.58, n.1, p.77-89, 1996.
- MEIRELLES, P. R. L. *Avaliação nutricional e cinética ruminal do caroço de algodão para vacas da raça holandesa em lactação*. Lavras, 1992. 61 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Nutrição de Ruminantes) - Escola Superior Agrícola de Lavras.
- N.R.C. National Research Council. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 6.ed. Washington-USA: National Academy Press, 1984. 90p.
- N.R.C. National Research Council. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6.ed. Washington-USA: National Academy Press, 1989. 157p.
- PALMQUIST, D. L., JENKINS, T. Fat in lactation ration: a review. *Journal of Dairy Science*, v.63, n.1, p.1-14, 1980.
- PIRES, A. V. *et al.* Effects of heat treatment and physical processing of cottonseed on nutrient digestibility and production performance by lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v.80, n.8, p.1685-1694, 1997.
- ROGER, A., COULOMBE, J. R. Biological action of mycotoxins. *Journal of Dairy Science*, v.76, n.3, p.880-902, 1993.
- ROGÉRIO, M.C.P. *Consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio de dietas contendo feno de Tifton 85 (Cynodon spp) e níveis crescentes de caroço de algodão (Gossypium hirsutum) em ovinos*. Belo Horizonte, 2001. 59 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Nutrição Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.
- ROGÉRIO, M. C. P., BORGES, I., GONÇALVES, L. C. *Potencialidade de alteração do conteúdo e composição da gordura do leite de ruminantes pelo extrato etéreo dietético*. Belo Horizonte, 1999. Seminário de Zootecnia, Mestrado em Zootecnia, Nutrição Animal, Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 8p.
- SANTOS, R. L. Efeitos do gossipol sobre a reprodução. *Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG*, n.21, p.73-82, 1997.
- SILVA, F. F. *O caroço de algodão na alimentação de vacas de leite*. Belo Horizonte, 1995. Seminário de Zootecnia, Mestrado em Zootecnia, Nutrição Animal, Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 6p.
- SMITH, N.E. *et al.* Digestibility and effects of whole cottonseed fed to lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v.64, n.11, p.2209-2215, 1981.
- SMITH, W. A., VOSLOO, L. P. Digestibility of diets containing cottonseed and the effect of supplementary lanolin thereon in sheep. *South African Journal of Animal Science*, v.20, n.4, p.216-222, 1990.
- SULLIVAN, J. L. *et al.* Comparison of digestibility, nutritive value, and storage characteristics of different forms of cottonseed in diets fed to lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, v.71, n.11, p.2837-2842, 1993.
- TOMICH, T.R., GONÇALVES, L. C. *Uso do caroço de algodão na alimentação de gado de leite*. Belo Horizonte, 1997. Nota de Aula, Mestrado em Zootecnia, Nutrição Animal, Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 17p.
- VILLELA, S. D. J. *et al.* Caroço de algodão para vacas leiteiras (consumo de nutrientes, produção e composição do leite). *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.25, n.2, p.298-308, 1996.
- WARREN, H. M. *et al.* The value of whole cottonseed in a wheat-based maintenance ration for sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.28, n.1-2, p.453-458, 1988.
- WEST, J. W. *et al.* Intake, milk yield, and digestion by dairy cows fed diets with increasing fiber content from bermudagrass hay or silage. *Journal of Dairy Science*, v.81, n.6, p.1599-1607, 1998.
- WILKS, D. L., COPPOCK, C. E., BROOKS, K. N. Effects of differences in starch content of diets with whole cottonseed or rice bran on milk casein. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.4, p.1314-1320, 1991.
- ZINN, R. A. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for feedlot steers: metabolism. *Journal of Animal Science*, v.67, n.3-4, p.1038-1049, 1989.
- ZINN, R. A., PLASCENCIA, A. Interaction of whole cottonseed and supplemental fat on digestive function in cattle. *Journal of Animal Science*, v.71, n.1, p.11-17, 1993.

Recebido para publicação em 09/11/2001.  
Received for publication on 09 November 2001.  
Recibido para publicación en 09/11/2001.  
Aceito para publicação em 22/07/2002.  
Accepted for publication on 22 July 2002.  
Acepto para publicación en 22/07/2002.