

16. UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO ALGODOEIRO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Esther Guimarães Cardoso¹

16.1. Subprodutos do algodão como alimento animal

Na alimentação animal tradicionalmente são usados subprodutos do algodoeiro, sendo os mais importantes o farelo, o caroço e as cascas do caroço de algodão. O caroço de algodão é fonte de proteína e de energia nas rações de ruminantes. O farelo de algodão é excelente fonte de proteína e pode ser utilizado tanto por ruminantes como monogástricos. A casca de algodão é utilizada como fonte de fibra na dieta.

16.1.1. Caroço de algodão

O caroço de algodão é o material que sobra após a retirada das fibras da pluma. Compreende o grão e a casca do algodão. As fibras curtas que ficam retidas junto ao caroço são denominadas línter e são fonte de fibra facilmente digestível para ruminantes. A quantidade de línter presente no caroço pode variar de 4 a 8%. O caroço de algodão integral tem aproximadamente 18% de gordura e cerca de 20% de proteína bruta, com base na matéria seca (Cottonseed..., 1998)

Quando o caroço é novamente processado e o línter removido tem-se o caroço sem línter ou deslinterado. A remoção do línter pode ser feita por dois processos: mecânico ou químico. A remoção mecânica deixa um resíduo de fibras curtas da ordem de 1 a 2%. A remoção química, normalmente com o uso de ácido, retira todo o línter e é empregada para a preparação das sementes para plantio. Não é conveniente usar na alimentação animal o material preparado para ser semente de algodão, sem antes verificar se há resíduos químicos. Se não houver resíduos, a semente quebrada ou prensada é melhor

¹ Enga. Agra., M.Sc., CREA nº 42670/D, Visto 672/MS, *Embrapa Gado de Corte*, Caixa Postal 154, 79002-970 - Campo Grande-MS. E-mail: esther@cnpqc.embrapa.br

aproveitada. A Tabela 1 apresenta a composição média do caroço de algodão com e sem línter.

TABELA 1. Composição média do caroço de algodão com e sem línter.

Item	Caroço de algodão	
	Integral	Sem línter
Matéria seca %	91,6	90
Proteína bruta %	22,5	25
Fibra em detergente ácido %	38,8	26
Fibra em detergente neutro %	47,2	37
Fibra Bruta %	29,5	17,2
Extrato etéreo %	17,8	23,8
Cinza %	3,8	4,5
Composição em minerais		
Cálcio %	0,14	0,12
Magnésio %	0,35	0,41
Fósforo %	0,56	0,54
Potássio %	1,14	1,18
Sódio %	0,008	0,01
Enxofre %	0,2	-
Cobre mg/kg	7	11
Ferro mg/kg	50	108
Manganês mg/kg	15	14
Molibdênio mg/kg	1,6	-
Zinco mg/kg	33	36

O caroço de algodão é um alimento rico em energia, tendo em média 96% de nutrientes digestíveis totais (NDT). Entretanto, a vantagem de seu emprego nas rações de bovinos pode variar segundo o volumoso básico utilizado. A adição de caroço de algodão às rações à base de silagem de milho não tem se mostrado vantajosa. No entanto, sua utilização como suplemento de forragens de baixa qualidade, na base de 1,5 kg por cabeça/dia para animal adulto, pode ser de grande benefício (Silva, 1995).

16.1.2. Farelo de algodão

O farelo de algodão é o subproduto resultante da extração do óleo contido no grão de algodão. Após a remoção da pluma, o caroço de algodão é aberto, liberando o grão. O grão é esmagado para retirada do óleo por pressão hidráulica ou usando extratores químicos. O material resultante do grão esmagado é denominado torta de algodão e pode ser usado como tal ou processado (moído, peletizado) para uso pelos animais. Como a extração do óleo pode ser feita por esmagamento do grão ou com a utilização de solventes, podem ser produzidos dois tipos de tortas ou de farelos. O farelo de algodão produzido por extração mecânica do óleo (esmagamento) tem menores teores de proteína e maior quantidade de energia, devido ao óleo residual (cerca de 5%). O farelo de algodão resultante da extração do óleo com solventes tem menor teor de óleo residual (no máximo 2%) e relativamente maior teor protéico (Tabela 2).

TABELA 2. Composição média da torta de algodão produzida após dois métodos de extração do óleo.

Item	Torta de algodão	
	Extração mecânica	Extração por solvente
Matéria seca %	92,3	89,1
Proteína bruta %	46,1	47,6
Fibra em detergente ácido %	18,1	17,3
Fibra em detergente neutro %	32,3	24,5
Fibra Bruta %	11,4	11,2
Extrato etéreo %	4,6	2,2
Cinzas %	7,2	7,5
Composição em minerais		
Cálcio %	0,21	0,22
Magnésio %	0,65	0,66
Fósforo %	1,14	1,2
Potássio %	1,68	1,72
Sódio %	0,007	0,14
Enxofre %	0,43	0,44
Cobre mg/kg	10,9	12,5
Ferro mg/kg	106	126

Continua...

Continuação da Tabela 2.

Item	Torta de algodão	
	Extração mecânica	Extração por solvente
Manganês mg/kg	18,7	20,1
Molibdênio mg/kg	2,4	2,5
Zinco mg/kg	62,8	63,7

Outro fator importante de variação da composição do farelo de algodão é a adição de cascas à torta. Assim sendo, é importante conhecer o teor de proteína do farelo adquirido e a ser fornecido para o gado pois, com o aumento da quantidade de cascas, há diminuição no teor de proteína e aumento na quantidade de fibra do alimento.

16.1.3. Casca de algodão

Ao se abrir o caroço de algodão para liberação do grão a ser esmagado, sobram as cascas. Essas cascas são excelente fonte de fibra efetiva (que tem real capacidade de estimular a ruminação) de alta palatabilidade para ruminantes. A casca de algodão contém cerca de 3 a 8% de línter, altamente digestível, constituído quase que exclusivamente de celulose (Cottonseed..., 1998). Pode ser fornecido puro ou ser facilmente misturado a outros ingredientes de rações, pois não necessita de moagem. Tem de 44 a 48% de fibra bruta e muito pouca proteína.

A casca de algodão pode ser adicionada à torta de algodão resultante da extração do óleo, formando um outro alimento, que após moagem tem o nome de farelo de algodão com casca. As cascas podem ser adicionadas à torta desde que o teor de fibra bruta da mistura não exceda a 25%, conforme determinado por Brasil (1989).

Na Tabela 3 pode ser encontrada a composição mais freqüente dos subprodutos do algodão utilizados como matéria-prima no preparo de rações no Brasil, permitindo a comparação das cascas com os farelos e com os farelos com casca.

TABELA 3. Composição de subprodutos do algodão usados como matéria prima para alimentação animal.

Alimento	Composição (%)				
	Umidade (máx.)	Proteína bruta (mín.)	Extrato etéreo (máx.)	Fibra bruta (máx)	Cinzas (máx)
Farelo de algodão (solvente) Tipo 50 ^a	12	50		8	6
Farelo de algodão (solvente) Tipo 40 ^{a,b}	12	40	2	15-16	6
Farelo de algodão com casca Tipo 30 ^b	10	30	2	23	6
Farelo de algodão com casca Tipo 25 ^{1 a}	12	25		25	7,5
Casca de algodão ^{a,b}	10	3-3,5		40-44	3

Fonte: ^a Brasil (1989) e ^b Associação Nacional dos Fabricantes de Rações (1985).

16.2. Classificação dos subprodutos do algodão

De acordo com sua composição, alguns dos subprodutos do algodão podem ser classificados como alimento volumoso e outros como concentrado protéico ou protéico/energético. Os farelos de algodão Tipo 50 e 40 são tipicamente suplementos protéicos, pois têm baixos teores de fibra e elevados teores protéicos. Assim sendo, participam das misturas de concentrados nas rações como fonte de proteína.

O farelo de algodão com adição de cascas, por seu elevado teor de fibra bruta, é considerado alimento volumoso, embora possa ser incluído na mistura de concentrados, por facilidade de uso, além de sua fibra ser de fácil digestão. Tem teor protéico médio.

A casca de algodão, entretanto, é tipicamente um alimento volumoso, pois seu teor de fibras é bastante elevado e, no balanceamento de rações, deve ser alinhada juntamente com outras fontes de volumosos como feno, capins, silagens, etc.

O caroço de algodão, conforme tenha línter ou não, se classifica como alimento volumoso ou concentrado, respectivamente. É fonte mediana de proteína e excelente fonte de energia.

Na Tabela 4 podem ser observados os valores médios de fibra bruta, proteína bruta, energia (nutrientes digestíveis totais, NDT), cálcio e fósforo desses alimentos, juntamente com valores de outros comumente utilizados na composição de rações. A análise desse quadro possibilita a compreensão das diversas categorias onde se enquadram os subprodutos do algodoeiro, pela associação de suas características com as de outros alimentos. Valores absolutos de composição química são difíceis quando se trata de subprodutos, pois a composição bromatológica destes pode apresentar grande variação entre partidas e tipo de processamento. Por isso, há necessidade de o Ministério da Agricultura, por meio de sua Divisão de Fiscalização de Alimentos para Animais, DIFISAI, editar os "Padrões Oficiais de Matérias-Primas destinadas à Alimentação Animal", que determina teores mínimos ou máximos de componentes químicos permitidos para que o subproduto possa ser considerado alimento animal. Da mesma forma, a Associação Nacional dos Fabricantes de Rações (ANFAR) edita seus padrões, como forma de orientar o mercado fornecedor de matérias-primas e facilitar o controle de qualidade dos produtos que fabrica. O produtor rural ou pecuarista ao fazer uso destes subprodutos, como nem sempre pode analisar o material disponível, pode tomar como composição provável do produto aquela descrita nas tabelas.

16.3. Limitações ao uso de subprodutos do algodoeiro

Os subprodutos do algodoeiro são, principalmente, empregados na alimentação de ruminantes, pois contém gossipol, substância que pode ser tóxica para animais monogástricos.

O gossipol é um pigmento que permanece em estado livre no grão de algodão e que se liga ao aminoácido lisina quando do processamento do grão para obtenção da torta. Via de regra, o gossipol associado à lisina é considerado indisponível aos animais (Cottonseed..., 1998). Contudo, é preciso certa cautela para o uso de subprodutos do algodão, sobretudo em rações para animais não ruminantes e bezerros.

TABELA 4. Composição bromatológica aproximada, degradabilidade da proteína bruta^a e categoria de alguns alimentos (com base em 100% de matéria seca).

Alimento	FB %	PB %	Dg PB % ^b	NDT %	Ca %	P %	Categ.
Farelo de soja ^a	6,7	50,5	67,0	82,0	0,36	0,75	CP
Farelo de algodão prensado ^a	16,8	42,5		92,0	0,20	1,09	CP
Farelo de algodão solvente ^a	12,0	46,0	49,0	69,2	0,16	1,21	CP
Farelo de arroz ^a	16,6	14,8	76,0	65,9	0,07	2,0	CE
Farelo de trigo ^a	8,9	17,0	75,0	81,0	0,08	0,42	CE
Milho grão ^a	2,3	10,5	43,0	90,9	0,02	0,37	CE
Milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) ^a	11,8	8,7	40,4	77,3	0,01	0,28	CE
Caroço de algodão sem línter ^c	17,0	25,0		96,0	0,09	0,54	CE
Farelo de algodão com casca ^a	23,3	30,0		56,5	0,18	0,70	Vol.
Caroço de algodão integral ^c	24,0	23,0		96,0	0,09	0,54	Vol.
Rolão de milho (planta inteira)	26,4	8,2		65,2	0,30	0,17	Vol.
Casca de algodão ^c	45,0	4,4		45	0,14	0,08	Vol.

Fonte: ^aValores de degradabilidade adaptados de Valadares et al. (1990); ^bValores de frações bromatológicas adaptadas de Campos (1995) e ^cSilva (1995).

FB = fibra bruta; PB = proteína bruta; Dg PB = degradabilidade ruminal "in situ" da proteína bruta; NDT = Nutrientes digestíveis totais; Ca = Cálcio e P = Fósforo; CE = concentrado energético; CP = concentrado protéico; Vol. = volumoso.

Na Tabela 5 podem ser observados os teores médios de gossipol encontrados nos subprodutos do algodoeiro; entretanto, esses teores podem variar significativamente entre variedades e locais de plantio.

Toll Vera (1997) estudou a tolerância das diferentes categorias animais ao gossipol encontrado no caroço, no farelo e nas cascas de algodão. O nível de tolerância para vacas é da ordem de 9.000 mg/kg e para bezerros acima de quatro meses de idade a tolerância é até 200 mg/kg. O caroço de algodão não deve ser fornecido para bezerros com menos de quatro meses, para touros e vacas em reprodução. Recomenda ainda o autor que sulfato de ferro, óxido ou hidróxido de cálcio sejam adicionados à dietas que contenham caroço de algodão para neutralizar os efeitos do gossipol.

TABELA 5. Teor médio de gossipol em subprodutos do algodoeiro.

Teor mg/kg	Farelo de algodão		Caroço de algodão	Cascas de algodão
	Prensado	Solvente		
Gossipol total	10.900	11.600	6.600	10.700
Gossipol livre	600	1.400	6.800	490

Fonte: adaptado de Cottonseed... (1998).

16.4. Uso dos subprodutos do algodoeiro para bovinos

O farelo de algodão é um valioso suplemento para bovinos pastejando forragens de baixa qualidade, condição freqüentemente encontrada quando são utilizadas forrageiras tropicais. A maior fonte de proteína para o ruminante em pastejo é a proteína microbiana. Os microorganismos ruminais utilizam nitrogênio não-protéico (NNP) ou proteína degradável no rúmen (PDR) como fonte de NH₃, a partir da qual sintetizam proteína para satisfazer suas próprias exigências. Quando os micróbios morrem, passam ao trato gastrointestinal inferior e no intestino são prontamente digeridos. A composição em aminoácidos da proteína microbiana atende quase que perfeitamente as exigências do bovino (Parsons & Allison, 1991).

Com o amadurecimento, as gramíneas se tornam lignificadas e há acentuada queda na digestibilidade da forragem. E, quando a

digestibilidade de uma forragem declina, a disponibilidade de PB para a população microbiana e; conseqüentemente, para o animal hospedeiro, também diminui (Del Curto et al., 1990). Nessas condições, o fornecimento de suplementos com concentração relativamente alta de proteína melhora a utilização da forragem e a performance animal (MC Collum & Galyean, 1985; Guthrie & Wagner, 1988; Del Curto et al., 1990).

O aumento no consumo voluntário de forragens de baixa qualidade, com o fornecimento de suplementos protéicos, é usualmente atribuído ao aumento nas taxas de digestão e de passagem da forragem, favorecidas pela suplementação. Embora dependente em algum grau da forragem, as respostas à proteína suplementar usualmente são observadas quando o teor de proteína bruta das forragens é menor que 6 a 8 % (Kartchner, 1980).

A torta de algodão, a mais tradicional das fontes protéicas para bovinos em pastejo, tem relato de uso desde 1915, em um experimento conduzido por W. F. Ward nos Estados Unidos (citado por Hull et al., 1972). Mais recentemente, Lusby & Armbruster (1976) observaram que novilhas consumiram 35% a mais de forragem com 4,2% de proteína bruta quando lhes foi fornecido adicionalmente 600g de farelo de algodão/dia (Tabela 6). Da mesma forma, um feno com cerca de 6% de PB e 68% de FDN também teve seu consumo aumentado em 27% quando aos animais foi oferecida torta de algodão como suplemento (MC Collum & Galyean, 1985). Esse aumento no consumo foi, provavelmente, conseqüência da redução no tempo total de retenção do alimento no trato gastrintestinal, que foi também da ordem de 27% (Tabela 7).

TABELA 6. Efeito do suplemento sobre a performance de novilhas desmamadas alimentadas com feno*.

	Suplemento diário		
	Nenhum	0,6 kg de torta de algodão	0,6 kg de milho
N.º de novilhas	10	10	10
Ganho de peso (kg)	-52	16	-42
Consumo de feno (kg)	4,0	5,4	4,0

Fonte : Lusby & Armbruster (1976).

* Feno com 4,2% de proteína.

TABELA 7. Efeito da suplementação protéica sobre o consumo de feno^a.

	Tratamento		
	Controle	Com farelo de algodão ^b	
Peso vivo (kg)	215	211	
Consumo de feno (g MS / kg PV)	16,9	21,5	P<0,01
Tempo total médio de retenção no trato gastrointestinal (h)	75,8	54,9	P<0,01

Fonte: MC Collum & Galyean (1985).

^a Feno com 6,1% de PB; 67,7% de FDN; 43,8% de FDA; 5,9% de lignina e 10,0% de cinzas.

^b Extração mecânica; 800g/cab/dia.

A torta de algodão tem cerca de 50% de proteína não degradável no rúmen (PNDR), ou seja, disponível ao bovino por meio da digestão intestinal, isto associado ao teor de PB da forragem, que é largamente utilizada no rúmen, talvez crie condições de um melhor equilíbrio energia/proteína no rúmen e no metabolismo animal.

Na região semiárida de Cameroon, na África, Njoya (1997) forneceu 0,5 ou 1,0 kg de farelo de algodão por dia/ novilho e observou que o fornecimento de 0,5 kg/dia aumentou o consumo de forragem, a absorção de proteína e a taxa de "turnover" do rúmen. No entanto, o fornecimento de 1,0 kg/dia/cabeça decresceu a digestibilidade da matéria seca e da fibra.

Em determinadas circunstâncias, como em locais próximos de áreas produtoras e/ou de beneficiamento de algodão, o fornecimento de farelo aos animais pode ser mais econômico que o uso do milho. Contudo, se fornecido além da quantidade necessária para atender as exigências orgânicas de proteína, seu valor energético é relativamente inferior ao do milho. Assim sendo, é recomendável que o fornecimento de farelo seja feito apenas para atender as exigências protéicas. A quantidade de farelo de algodão a ser fornecida para bovinos em pastejo parece estar ao redor de 600 g/dia para animais de sobreano ou adultos.

O farelo de algodão também pode ser utilizado compondo misturas múltiplas para ser fornecido a bovinos em pastejo durante a

época seca do ano. A *Embrapa Cerrados* conduziu vários experimentos que mostraram a eficiência da utilização da mistura múltipla descrita na Tabela 8, para evitar perda de peso do rebanho na seca, no Planalto Central brasileiro.

Como o farelo de algodão tem tendência a firmar as fezes dos bovinos, é excelente suplemento de proteína em rações que sejam naturalmente laxativas, como é o caso de dietas utilizadas na engorda em confinamento, ricas em milho, especialmente aquelas com milho de alta umidade (Silva, 1995).

TABELA 8. Mistura múltipla para suplementação de bovinos em pastejo durante a seca.

Ingrediente	Quantidade
Milho quebrado	27 kg
Fonte de fósforo mineral	16 kg
Ureia	10 kg
Farelo de algodão	15 kg
Fonte de enxofre	1,3 kg
Sulfato de zinco	600 g
Sulfato de cobre	80 g
Sulfato de cobalto	20 g
Sal comum	30 kg

Fonte: Lopes et al. (1997).

16.5. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES (São Paulo, SP). **Matérias primas para alimentação animal: padrão Anfar.** 4.ed. São Paulo, 1985. 65p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Padrões oficiais de matérias primas destinadas à alimentação animal.** [S.l.: s.n.], 1989. 40p.

CAMPOS, J. **Tabelas para cálculo de rações.** Viçosa: UFV, 1995. 64p.

- COTTONSEED feed products guide. URL :
<http://www.cottonseed.com/feedprod.htm>. Consultado em ago. 1998.
- DEL CURTO, T.; COCHRAN, R.C.; CORAH, L.R.; BEHARKA, A.A.; VANZANT, E.S.; JOHNSON, D.E. Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: I - Influence of varying supplemental protein and (or) energy levels on forage utilization characteristics of beef steers in confinement. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.2, p.515, 1990.
- GUTHRIE, M.J.; WAGNER, D.J. Influence of protein or grain supplementation and increasing levels of soybean meal on intake, utilisation and passage rate of prairie hay in beef steers and heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, n.6, p.1529-1537, 1988.
- HULL, J.L.; RAGUSE, C.A.; GUILD, J.P. Supplementation of dry annual range by irrigated pasture. **Journal of Range Management**, Denver, v.25, n.2, p.96-99, 1972.
- KARTCHNER, R.J. Effects of protein and energy supplementation of cows grazing native winter range forage on intake and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.51, p.432, 1980.
- LOPES, H.O. da S.; PEREIRA, E.A.; SOARES, W.V.; PEREIRA, G. **Mistura múltipla**: uma alternativa de baixo custo para suplementação alimentar do gado na época seca. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. 5p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico, 69).
- LUSBY, K.S.; ARMBRUSTER, S.L. **Winter supplementation - not substitution**. Stillwater: Oklahoma State University, 1976. p.12-15. (Oklahoma Agricultural Experiment Station. Research Report, 42).
- MC COLLUM, F.T.; GALYEAN, M.L. Influence of cotton seed meal supplementation on voluntary intake, rumen fermentation and rate of passage of prairie hay in beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.60, n.2, p.570-577, Feb. 1985.

- NJOYA, A. Protein supplementation of grazing cattle in the semi-arid zone of Cameroon. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v.29, n.4, p.193-200, 1997.
- PARSONS, S.D.; ALLISON, C.D. Grazing management as it affects nutrition, animal production and economics of beef production. **Veterinary Clinics of North America; Food Animal Practice**, Philadelphia, v.7, n.1, p.77-94, 1991.
- SILVA, A.G. da. Algodão, amendoim e soja. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., 1995, Piracicaba, SP. **Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento na alimentação de bovinos: anais**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.47-72.
- TOLL VERA, J.R. La semilla de algodón en la alimentación de rumiantes. **Avance Agroindustrial**, Tucuman, n.68, p.33-35, 1997.
- VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. da; LEÃO, M.I.; CASTRO, A.C.G.; VALADARES, R.F.D. Degradabilidade "in situ" da proteína bruta de vários alimentos em vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: SBZ, 1990. p.60. Resumo.