

Artigo Número 15

FARELO DE ALGODÃO NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS E AVES

Fellipe Freitas Barbosa ¹ & Gustavo Gattás

Introdução

No Brasil, a formulação de rações para suínos e aves tem como alimentos tradicionalmente utilizados; o milho e o farelo de soja. Estes dois alimentos chegam a representar 90% do total de ingredientes das rações, constituindo grande parte dos custos relativos à alimentação e, conseqüentemente, dos custos totais de produção. Tais alimentos estão sujeitos a intensas oscilações de preço. Além disso, sabe-se que a produção de carne, principalmente a suína, tem um elevado grau de competição com o homem, chegando a indústria de alimentação animal a absorver mais de 60% do total da produção nacional de milho e de farelo de soja.

Aliado a esse panorama, a demanda por proteína de origem animal tem crescido substancialmente nos últimos anos em todo o mundo. O Brasil assume uma posição de destaque no fornecimento dessa proteína de excelente qualidade com um aumento nos índices de exportação de aves e suínos.

Empresas brasileiras já visam a perspectiva de atingir novos focos de exportação, com o embarque do primeiro contêiner de carne suína para o Japão; maior importador de carne do mundo.

Dentro desse contexto, surge como um desafio para os nutricionistas, a busca constante de alimentos alternativos que possam substituir os alimentos tradicionalmente utilizados no país, de forma a reduzir custos e manter, ou até mesmo, melhorar o desempenho dos animais. É necessário, portanto, um conhecimento das características desses alimentos, bem como, suas possíveis limitações devido a aspectos químicos, físicos e econômicos.

Uma das alternativas que vem sendo estudada é a utilização do farelo de algodão, um subproduto resultante da moagem do caroço de algodão no processo industrial para a extração do óleo para o consumo humano. O alto teor relativo de proteína bruta e o baixo custo do farelo de algodão o torna uma opção para a formulação de dietas para monogástricos. No entanto, a presença do gossipol e a baixa composição de aminoácidos, combinados ao incerto valor nutritivo da proteína limitam a utilização em larga escala do mesmo (Prawirodigdo *et al.*, 1997).

O objetivo proposto nesta breve revisão é a de mostrar algumas informações sobre a composição, as características e sobre a possibilidade da utilização do farelo de algodão na alimentação de não-ruminantes.

Farelo de Algodão

Dentre os farelos protéicos o farelo de algodão é o terceiro mais produzido no mundo, perdendo apenas para o farelo de soja e o farelo de canola. Os Estados Unidos (maior produtor de algodão do mundo) processaram durante os anos de 1989 e 1998 uma média anual de 3,57 milhões de toneladas de algodão, resultando numa produção anual de 1,62 milhões de toneladas de farelo (Gamboa *et al.*, 2001).

¹ freitasjf@yahoo.com.br

No Brasil, são encontrados no mercado dois tipos de farelo de algodão, que diferem principalmente em função da quantidade de casca incorporada ao produto. São eles: Farelo de Algodão tipo 40, que apresenta menores teores de fibra e altos teores de proteína, indicando uma separação das cascas durante o processamento (este sendo recomendado para a utilização nas dietas de suínos e aves) e o Farelo de Algodão tipo 30, com altos teores de fibra e baixos teores de proteína.

Comparado a outros alimentos protéicos, o farelo de algodão apresenta baixos teores de energia metabolizável (2000 Kcal/kg), principalmente devido ao alto teor de fibra. Possui teor de cálcio relativamente baixo (0,19 - 0,23%) com a relação cálcio:fósforo próxima de 1:6 (Paiano *et al.*, 2003). Apesar do alto valor de proteína bruta o farelo de algodão apresenta a quantidade e a digestibilidade dos aminoácidos essenciais, principalmente a lisina, inferiores àqueles encontrados no farelo de soja (Paiano *et al.*, 2003). A lisina chega a apresentar uma digestibilidade ileal cerca de 20% inferior à da soja (Prawirodigdo *et al.*, 1997). A digestibilidade ileal do nitrogênio, assim como o nitrogênio retido, também apresentou valores inferiores aos determinados para o farelo de soja (Prawirodigdo *et al.*, 1997). As composições químicas dos farelos de algodão e do farelo de soja são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição química dos farelos de algodão (tipo 40 e 30) e do farelo de soja¹.

	Farelo de Algodão (40%)	Farelo de Algodão (30%)	Farelo de Soja (45%)
Proteína Bruta (%)	39,00	31,70	45,54
Proteína Dig. (%)	28,7	17,81	40,94
EM (Kcal/kg)	2157	1828	3138
Lisina (%)	1,61	1,24	2,78
Metionina (%)	0,61	0,51	0,65
Met + Cis (%)	1,27	1,00	1,27
Treonina (%)	1,33	1,03	1,78
Triptofano (%)	0,51	0,51	0,65
Glicina + Serina (%)	3,44	2,71	4,45
Valina (%)	1,81	1,36	2,13
Isoleucina (%)	1,31	0,98	2,11
Leucina (%)	2,38	1,78	3,53
Fenilalanina (%)	2,05	1,54	2,30
Fenilalanina + Tirosina (%)	3,16	2,21	3,79
Histidina (%)	1,08	0,81	1,17
Arginina (%)	4,25	3,05	3,33

FONTE: Rostagno *et al.* (2000)

¹Dados expressos com base na MS

Gossipol

Outro importante fator que deve ser observado quanto à utilização do farelo de algodão é a presença do gossipol. O gossipol é um pigmento polifenólico amarelo (C₃₀H₂₈C₈), produzido nas glândulas pigmentares do algodão. Todo o gossipol presente na semente se encontra na forma livre. Durante o processamento grande parte desse composto se liga às proteínas, reduzindo consideravelmente sua qualidade. A lisina parece ser o principal aminoácido que se liga ao gossipol livre, tornando-a indisponível ao animal.

Gossipol Livre

O Gossipol livre é um composto tóxico principalmente para os monogástricos e sua utilização pode trazer sérios problemas aos animais como perda de apetite, edemas pulmonares e fígado hipertrofiado (Morgan *et al.*, 1988; Calhoun *et al.*, 1990), necrose muscular cardíaca e problemas reprodutivos. O aumento na fragilidade dos eritrócitos tem sido relacionado ao consumo de gossipol (Lindsen *et al.*, 1980; Calk *et al.*, 1992; Willard *et al.*, 1995). Em alguns casos o acúmulo de gossipol no organismo pode levar o animal à morte (Hascheck *et al.*, 1989). A intensidade de seu efeito tóxico varia de acordo com o nível de consumo, o período de consumo, a idade do animal e das condições de estresse desse animal (Gamboa *et al.*, 2001).

Segundo Couch *et al.* (1955), Heywang *et al.* (1955) e Phelps (1966), níveis crescentes de gossipol livre nas dietas causaram depressão no seu consumo. E Fernandez *et al.* (1995) relataram que a tal redução está intimamente ligada a uma diminuição no ganho de peso.

Farelos que contenham níveis superiores a 0,04% de gossipol devem ser utilizados com precaução. O teor desse composto na sua forma livre não deve superar 100 ppm em rações para suínos. No entanto, níveis mais elevados de gossipol livre podem ser tolerados, desde que sejam devidamente inativados pelo uso de sulfato ferroso, numa proporção de 1g de Fe para 1g de gossipol livre, acima do nível de 100 ppm. Pode-se ainda elevar os níveis de proteína na ração, assim como suplementá-la com lisina sintética que elevariam a concentração de grupos aminas livres para se complexarem com o gossipol.

O processamento na produção do farelo afeta diretamente o teor de gossipol livre, que pode variar entre 200 a 500 ppm para o processo de prensagem e de 200 a 700 ppm para o processo de pré-prensagem solvente (Martin, 1990). A inclusão de até 10% de farelo de algodão nas dietas não elevaria o teor de gossipol livre para além de 70 ppm.

Farelo de Algodão na Alimentação de Suínos

De maneira geral, as pesquisas realizadas com farelo de algodão como substituinte do farelo de soja em dietas para suínos tem demonstrado piores índices de desempenho quando aquele é utilizado em níveis elevados.

Moura *et al.* (1979) avaliaram o efeito de cinco níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão nas fases de crescimento e terminação, sendo 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5. Os autores utilizaram o sulfato ferroso visando inativar o gossipol livre presente no substituinte como mostra a Tabela 2.

Quanto ao ganho de peso dos animais os autores observaram um efeito linear negativo significativo tanto para o período total ($P < 0,05$) como para o de crescimento ($P < 0,01$). Nas Tabelas 3 e 4 são mostrados os dados de ganho de peso em quilograma/animal no período total e de crescimento. Na fase de terminação, apesar de não ter sido constatado efeito significativo para análise de regressão, os autores observaram uma tendência de redução de ganhos de peso.

Os autores sugerem que o efeito negativo quanto ao ganho de peso dos animais está relacionado com a diminuição do teor de lisina nas dietas conforme se aumenta os níveis de farelo de algodão.

Com relação à conversão alimentar os resultados mostraram que a adição do farelo de algodão resultou em um efeito negativo significativo no período total e na fase de crescimento, como pode ser observado nas Tabelas 5 e 6. Na fase de terminação somente foi relatada uma diferença significativa da média do tratamento 5 em relação às demais médias.

Tabela 2 - Adição de Sulfato de Ferro

Tratamento	Farelo de algodão (%)		Gossipol livre na ração %		Fe adicionado %	
	C	A	C	A	C	A
2	5,30	3,16	0,0037	0,0022	—	—
3	10,90	6,50	0,0076	0,0046	16,9	1,5
4	16,90	10,13	0,0118	0,0072	58,6	27,5
5	23,20	13,90	0,0160	0,0097	100,6	52,5

C = Crescimento; A = Acabamento (terminação).

Tabela 3 - Ganho de peso (kg/animal) durante o período total

Blocos	Tratamentos					Total
	1	2	3	4	5	
1	76,5	72,0	79,0	82,0	58,5	368,0
2	67,5	72,0	78,0	65,0	59,5	342,0
3	62,0	73,5	58,5	49,5	52,0	295,5
4	68,5	62,0	65,5	74,0	65,0	335,0
5	85,5	68,5	73,0	56,0	66,0	349,0
6	67,5	65,5	72,5	59,0	73,5	338,0
Total	427,5	413,5	426,5	385,5	374,5	2027,5
Médias	71,25	68,92	71,08	64,25	62,42	

Regressão Linear ($P < 0,05$). CV = 11,4%.

Também foi observada pelos autores uma diminuição linear para a percentagem de pernil e área de lombo em função do aumento percentual do farelo de algodão.

Não houve efeito estatisticamente significativo para o consumo de ração em nenhuma das fases.

Em outro experimento, Moura *et al.* (1979) avaliaram o efeito da adição de lisina ao farelo de algodão em substituição do farelo de soja sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos em crescimento e terminação. Os tratamentos utilizados foram: T1 - Farelo de soja; T2 - Farelo de algodão; T3 - Farelo de algodão + 0,2% de Monocloridrato de L-lisina; T4 - Farelo de algodão + 0,4% de Monocloridrato de L-lisina; T5 - 75% de Farelo de algodão + 25% de Farelo de soja; T6 - 75% de Farelo de

algodão + 25% de Farelo de soja + 0,2% de Monocloridrato de L-lisina; T7 - 75% de Farelo de algodão + 25% de Farelo de soja + 0,4% de Monocloridrato de L-lisina.

Tabela 4 – Ganho de peso (kg/animal) durante o período de crescimento (42 dias)

Blocos	Tratamentos					Total
	1	2	3	4	5	
1	34,0	32,0	40,0	37,0	26,5	169,5
2	32,0	34,5	35,0	28,0	22,0	151,5
3	32,5	33,5	26,5	25,5	26,0	144,0
4	34,0	32,0	29,5	32,5	29,0	157,0
5	40,5	31,5	31,5	23,5	29,5	156,5
6	32,5	31,5	34,5	29,5	32,5	160,5
Total	205,5	195,0	197,0	176,0	165,5	939,0
Médias	34,2 ^a	32,5 ^{ab}	32,8 ^{ab}	29,3 ^{bc}	27,6 ^c	

Letras desiguais diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan. Regressão Linear ($P < 0,01$). CV = 12,0%.

Os autores também adicionaram sulfato ferroso para inativação do gossipol livre. Segundo os autores, a adição de lisina na forma de monocloridrato de L-lisina àquelas rações que têm como fonte exclusiva de proteína o farelo de algodão, teve um efeito positivo sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. A área de olho de lombo aumentou com a adição de 0,2% de monocloridrato de L-lisina, enquanto que a percentagem de pernil aumentou tanto com a adição de 0,2 quanto de 0,4%. A suplementação de lisina àquelas rações que continham 75% de farelo de algodão e 25% de farelo de soja aumentou o consumo, embora não tenha tido efeito sobre o ganho de peso.

Os autores sugerem que o farelo de algodão pode substituir totalmente o farelo de soja nas rações de crescimento e terminação, desde que, devidamente suplementadas com 0,4% de monocloridrato de L-lisina.

Prawirodigdo *et al.* (1997) realizaram um experimento para avaliar a retenção de nitrogênio em suínos alimentados com dietas contendo farelo de algodão ou farelo de soja.

Segundo os autores, apesar de ter sido observada uma ingestão significativamente maior de nitrogênio bruto ($P < 0,01$) para aqueles animais que receberam a dieta contendo o farelo de algodão como fonte de proteína, a digestibilidade ileal de nitrogênio estimada (DIN) foi idêntica àquela observada com a dieta de farelo de algodão. Essa menor DIN estimada e uma menor digestibilidade de nitrogênio fecal medida foi refletida por uma secreção fecal de N significativamente maior durante o período de alimentação com a dieta contendo farelo de algodão. O nitrogênio absorvido, expresso como a percentagem da DIN, foi significativamente maior ($P < 0,01$) naqueles animais alimentados com a dieta de farelo de soja. A excreção urinária de N também foi

maior ($P=0,01$) nestes animais, ficando claro que a retenção de N de animais que consumiram as dietas com farelo de algodão como fonte protéica foi significativamente mais baixa do que o observado em animais que consumiram dietas com farelo de algodão. Os dados são mostrados na Tabela 7. Os autores sugerem que o N foi mais eficientemente utilizado por aqueles animais que receberam a dieta à base de farelo de soja.

Tabela 5 - Conversão alimentar no período total (91 dias)

Blocos	Tratamentos					Total
	1	2	3	4	5	
1	3,33	3,27	3,35	3,57	3,76	17,28
2	3,00	3,36	3,28	3,78	3,76	17,18
3	3,53	3,42	3,43	3,89	4,15	18,42
4	3,17	3,53	3,38	3,20	3,73	17,01
5	3,26	3,22	3,20	3,62	3,59	16,89
6	3,30	3,46	3,28	3,38	3,67	17,09
Total	19,59	20,26	19,92	21,44	22,6	103,87
Médias	3,26 ^a	3,38 ^{ab}	3,32 ^a	3,57 ^b	3,78 ^c	

Letras desiguais diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan. Regressão Quadrática ($P<0,05$). CV = 12,0%.

Paiano *et al.* (2003) em um experimento que avaliou níveis crescentes de inclusão do farelo de soja em dietas para suínos em crescimento observaram um efeito linear crescente ($P=0,009$) sobre o consumo diário de ração, efeito quadrático ($P=0,09$) sobre o ganho de peso diário dos animais e efeito quadrático ($P=0,01$) também para a conversão alimentar. Não observaram efeito sobre a espessura de toucinho. Sugerem que o nível ótimo de inclusão do farelo de algodão é de 9,6%.

Assim, pode-se sugerir a utilização do farelo de algodão em níveis de até 50% de substituição ao farelo de soja nas fases de crescimento e terminação, o que implica em uma inclusão máxima de 10 a 15% do mesmo nas dietas. Devido ao potencial prejuízo às funções reprodutivas, não se recomenda a utilização do farelo de algodão em dietas para reprodutores.

Farelo de Algodão na Alimentação de Aves

As aves normalmente toleram níveis mais elevados de gossipol (200 ppm) quando comparadas aos suínos. No entanto, no caso de poedeiras um outro efeito indesejável pode ocorrer, quando níveis acima de 30 ppm estão presentes nas rações: uma descoloração da clara e da gema do ovo que assume uma coloração marrom esverdeada causada pelo próprio gossipol livre. Há ainda um outro problema; caso o farelo de algodão apresente altos teores de óleo residual. Ácidos graxos ciclopropenóides presentes no óleo podem contribuir para a descoloração da clara e da gema e ainda alterar a

permeabilidade da membrana vitelínica, permitindo que o ferro presente na gema chegue até a clara causando uma coloração rosada da mesma. Portanto, a utilização do farelo de algodão em rações de poedeiras deve ser evitada, limitando-se a inclusões de no máximo 10% para aqueles farelos com menos de 2% de EE e níveis de até 30 ppm de gossipol. Mesmo nesse caso deve-se corrigir as rações com sulfato ferroso na proporção de 4g de Fe para 1g de gossipol livre.

Tabela 6 - Conversão alimentar no período de crescimento (42 dias).

Blocos	Tratamentos					Total
	1	2	3	4	5	
1	2,94	2,80	2,93	3,26	3,37	15,30
2	2,50	2,90	2,93	3,62	3,20	15,15
3	2,78	3,06	2,80	3,38	3,28	15,30
4	2,65	2,88	3,03	2,85	3,26	14,67
5	2,73	2,81	2,95	3,29	3,22	15,00
6	2,92	2,81	2,90	2,79	3,21	14,63
Total	16,52	17,26	17,54	19,19	19,54	90,05
Médias	2,75 ^a	2,88 ^a	2,92 ^a	3,20 ^b	3,26 ^b	

Letras desiguais diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan. Regressão linear ($P < 0,05$). CV = 12,0%.

Para frangos de corte recomenda-se uma inclusão máxima de farelo de algodão nas rações de 10% na fase inicial e de 15% nas fases de engorda e abate. O nível de gossipol não deve superar 15 ppm para a fase inicial e 30 ppm para as fases subseqüentes. Se a correção pelo uso de sulfato ferroso for devidamente realizada, níveis maiores de gossipol livre (até 100 ppm e até 200 ppm para as fases inicial e de engorda) são tolerados.

Henry *et al.* (2001) realizaram três experimentos com frangos alimentados com dietas contendo farelo de algodão extrusado ou farelo de algodão extrusado suplementado com lisina sintética. Nos três experimentos, o ganho de peso e a conversão alimentar média dos frangos aos 21 dias de idade foram significativamente afetados pelas dietas. Aqueles que receberam ração com farelo de algodão extrusado apresentaram um decréscimo no ganho de peso. Quando 2% de lisina foi adicionado às dietas com farelo de algodão extrusado, o ganho de peso dos animais não foi significativamente diferente do controle. A conversão alimentar foi melhor nestes animais quando comparados aos que receberam dietas sem suplementação aminoacídica. Os dados são apresentados na Tabela 8.

Os autores concluem que apesar da extrusão ser uma forma viável da diminuição do gossipol livre, este processamento não é necessário para a utilização do farelo de algodão em dietas para frangos de corte, pois o nível total de gossipol do farelo não é alterado. Assim, o desempenho dos frangos não melhorou significativamente. Consideram ainda que: com adequada suplementação de lisina, o farelo de algodão pode ser utilizado em níveis de até 20% nas dietas de frango de corte, sem redução do desempenho.

Tabela 7 – Balanço de nitrogênio em suínos alimentados com dietas contendo farelo de algodão (FA) ou farelo de soja (FS)

	DIETAS		ERRO PADRÃO	P =
	FA	FS		
N ingerido (g/dia)	45,4	41,8	0,96	0,010
DIN (g/dia)	35,2	35,8	0,22	NS
N fecal (g/dia)	8,5	2,0	0,54	<0,001
%N Ingerido	18,7	4,8	1,33	<0,001
Absorção Aparente de N (g/dia)	36,9	39,8	1,26	0,061
% N Ingerido	81,3	95,2	1,33	<0,001
N urinário (g/dia)	19,6	16,5	0,56	0,001
%N Ingerido	43,3	39,4	1,85	0,084
%N absorvido	55,3	41,4	2,69	0,004
% DIN	55,8	44,0	2,97	0,011
N Retido (g/dia)	17,3	23,3	1,47	0,007
%N Ingerido	38,0	55,8	2,43	<0,001
%N absorvido	46,7	58,6	2,69	0,004
%DIN	44,2	55,2	2,97	0,011

^a P > 0,10

Tabela 8 – Desempenho de pintos (7 a 21 dias) alimentados com dietas contendo 20% de FA extrusado ou FA extrusado suplementado com 2% de lisina

Tratamento	Ganho de Peso	Consumo de ração	CA
Controle	632±15 ^a	904±15	1,432±0,027 _b
FA extrusado	575±23 ^b	901±14	1,570±0,044 _a
FA Extrusado + 2% Lis	628±8 ^a	942±22	1,452±0,013 _b

Letras desiguais na mesma coluna diferem estatisticamente (P<0,05).

Sterling *et al.* (2002) acharam resultados semelhantes em um experimento que avaliou o desempenho de frangos submetidos a dietas contendo 17, 20 e 23% de inclusão do farelo de algodão. Esses autores mostram também que animais que receberam tais dietas apresentaram menores rendimentos de carne e maiores níveis de gordura abdominal quando comparados àqueles que receberam o farelo de soja.

Sugerem que tais animais necessitariam de um tempo extra para atingirem os mesmo níveis de rendimento de carne daqueles outros.

Conclusões

Como foi visto, o farelo de algodão é uma alternativa para produtores de suínos e aves, mas a digestibilidade da proteína, a deficiência em aminoácidos essenciais e cálcio, associados à presença de fatores antinutricionais restringem sua utilização em larga escala.

Sua utilização pode ser viável quando a disponibilidade deste alimento nas regiões produtoras é alta. Além disso, é de fundamental importância que se faça uma análise rigorosa da viabilidade econômica da utilização do mesmo.

Análises de proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e teor de gossipol livre seriam também fundamentais para se avaliar o teor nutritivo do farelo e a estratégia de uso do mesmo na alimentação de suínos e aves devidas principalmente à alta variação existente no mercado.

Referências Bibliográficas

CALHOUN, M.C., J.E. HUSTON, S.W. KUHLMANN, B.C. BALDWIN, Jr., B.S. ENGDAHL, and K.W. Bales, 1990a. **Comparative toxicity of gossypol acetic acid and free gossypol in cottonseed meal and Pima cottonseed to lambs.** Progress Report 4779. Texas Agricultural Experiment Station, College Station, TX.

CALHOUN, M.C., J.E. HUSTON, S.W. KUHLMANN, B.C. BALDWIN, Jr., B.S. ENGDAHL, and K.W. Bales, 1990b. **Effects of cottonseed meal source and dietary crude protein on performance of early-weaned lambs: With observation of gossypol toxicity.** Progress Report 4790. Texas Agricultural Experiment Station, College Station, TX.

CALK, C.B., 1992. **Bioavailability of Bound Gossypol.** M.S. Thesis. San Angelo State University, San Angelo, TX.

COUNCH, J.R., W.Y. CHANG, and C.M. LYMAN, 1995. **The effect of free gossypol on chick growth.** Poultry Sci. 34:178-183.

FERNANDEZ, S.R., Y. ZHANG, and C.M. PARSONS, 1995. **Dietary formulation with cottonseed meal on a total amino acid versus a digestible amino acid basis.** Poultry Sci. 68:799-804.

GAMBOA, D.A., M.C. CALHOUN, S.W. KUHLMANN, A.U. HAQ, and C.A. BAILEY, 2001. **Use of expanded cottonseed meal in broiler diets formulated on a digestible amino acid basis.** Poultry Sci. 80(6):789-94.

HASCHEK et al., 1989. J. Amer. Veter. Med. Assoc. 195:613-6115.

HENY, M.H., G.M. PESTI, R. BAKALLI, J. LEE, R.T. TOLEDO, R.R. EITENMILLER, R.D. PHILIPS, 2001. **The performance of broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal supplemented with lysine.** Poultry Sci. 80(6):762-8.

HEYWANG, B.W., H.R. BIRD, AND A.M. ALTSCHUL, 1995. **Relationship between the weight of chick and levels of dietary free gossypol supplied by different cottonseed products.** Poultry Sci. 34:1239-1247.

LINDSEY, T.O., G.E. HAWKINS, and L.D. GUTHRIE, 1980. **Physiological responses of lactating cows to gossypol from cottonseed meal rations.** J. Dairy Sci. 43:562-573.

MORGAN, S.E., E.L. STAIR, T.M. MARTIN, W.C. EDWARDS, and G.L. MORGAN, 1988. **Clinical, clinicopathologic, pathologic, and toxicology alterations associated with gossypol toxicoses in feeder lambs.** AM. J. Vet. Res. 49:493-499.

MOURA, M.P. de, A. LAVORENTI, 1979a. **Efeito de níveis crescentes de farelo de algodão sobre a performance e características de carcaça de suínos em crescimento e acabamento.** B. Indústria Animal, 36(1):23-48, jan/jun, Nova Odessa, SP.

MOURA, M.P. de, A. LAVORENTI, e F.G.de CASTRO Jr 1979b. **Efeito da adição de lisina ao farelo de algodão sobre a performance e características de carcaça de suínos em crescimento e acabamento.** B. Indústria Animal, 36(1):49-87, jan/jun, Nova Odessa, SP.

PAIANO, D., I. MOREIRA, A.C. FURLAN, M.A.A. SILVA, J.H. HIDEO, V.M.I. PATRICIO, 2003. **Utilização de farelo de algodão para suínos em crescimento.** XI Congresso Brasileiro de Veterinários especialistas em Suínos.

PHELPS, R.A., 1966. **Cottonseed meal for poultry: From research to practical application.** World's Poult. Sci. J. 22:86-112.

PRAWIRODIGDO, S., E.S. BATTERHAM, L.M. ANDERSEN, F.R. DUNSHEA, D.J. FARRELL, 1997. **Nitrogen retention in pigs given diets containing cottonseed meal or soybean meal.** Animal Feed Science Technology 67:205-211.

STERLING K.G., E.F. COSTA, M.H. HENRY, G.M. PESTI, and R.I. BAKALLI, 2002. **Responses of broiler chickens to cottonseed meal and soybean meal based diets at several protein levels.** Poultry Sci. 81(2):217-26

WILLARD, S.T., D.A. NEUENDORFF, A.W. LEWIS, and R.D. RANDEL, 1995. **Effects of free gossypol in the diet of pregnant and postpartum Brahman cows on calf development and cow performance.** J. Anim. Sci. 73:496-507.