

# *Algodão, amendoim e soja*

*Aliomar Gabriel da Silva<sup>1</sup>*

## **1. INTRODUÇÃO**

A produção brasileira de algodão, amendoim e soja e de seus subprodutos, nos anos de 1991, 1992 e 1993, pode ser observada na Tabela 1. A produção dos subprodutos foi estimada utilizando o Sistema Ponderal de Conversões desenvolvido por CANTO (18).

A produção brasileira de algodão vem caindo sistematicamente ao longo dos anos, em razão dos baixos preços recebidos pelos produtores, ainda que a produtividade tenha apresentado tendência crescente. Na região produtora de algodão arbóreo, a praga do bicudo teve efeitos mais acentuados, acelerando a substituição desta espécie pelo algodão herbáceo (57).

A produção de amendoim manteve-se estável ao longo do período considerado. Provavelmente a produção de farelo e casca esteja superestimada, pois sabe-se que nem todo amendoim é esmagado para a extração de óleo. Parcela significativa é utilizada na alimentação humana, porém não foram encontrados dados que a quantifique.

Comparativamente aos outros produtos analisados neste trabalho, a soja é, pelo menos quantitativamente, o principal deles. Enquanto que a produção de amendoim permanece pequena e estável e a de algodão

---

<sup>1</sup> Eng. Agr., MS, PhD, Pesquisador do CPPSE/EMBRAPA, Caixa Postal 339 - 13567-970 São Carlos - SP.

Tabela 1. Produção brasileira de algodão em caroço, amendoim em casca e soja e estimativa de produção dos seus subprodutos, em toneladas.

Item	Ano		
	1991	1992	1993
ALGODÃO	38.628	22.350	7.941
Arbóreo em caroço*	2.041.123	1.863.077	1.127.326
Herbáceo em caroço*	545.519	494.548	297.781
Farelo**	1.268.648	1.150.110	692.513
Caroço**	164.924	149.514	90.026
Línter**			
AMENDOIM	140.548	172.172	150.412
Em casca*	54.814	67.147	58.661
Farelo**	46.380	56.817	49.636
Casca**			
SOJA	14.937.806	19.214.705	22.694.398
Grão*	11.367.670	14.622.390	17.270.436
Farelo**			

\* (56) \*\* Calculado segundo dados de CANTO (18).

está em franco declínio, a de soja vem crescendo significativamente, colocando o Brasil como o segundo produtor mundial, atrás apenas dos Estados Unidos (36). Valores mais precisos das quantidades de farelo de soja obtidas da indústria podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2. Quantidades de soja processada, farelo e óleo bruto, em toneladas\*

	Período			
	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94
Soja processada	15.438.278	13.317.487	15.156.332	16.435.454
Farelo	11.315.549	10.175.399	11.773.005	12.470.701
Óleo bruto	2.674.080	2.420.090	2.832.356	3.088.088

\* (56).

## 2. ALGODÃO

O beneficiamento de 100 kg de algodão em caroço para a produção de 39,00 kg de pluma e 7,29 kg de óleo refinado resulta em 61,00 kg de caroço, 26,23 kg de farelo, 7,93 kg de línter, 1,33 kg de borra e 0,47 kg de estearina (18). Revisões recentes tem mostrado a importância destes subprodutos para a alimentação de bovinos (24, 73). A composição

bromatológica dos principais subprodutos do algodão pode ser observada na Tabela 3.

A composição bromatológica dos subprodutos do algodão está na Tabela 3. Os farelos, como fonte protéica, apresentam teores de proteína bruta (PB) de 34,3 a 48,9% e, como fonte de energia, teores de energia digestível (ED) de 3,22 a 3,44 Mcal/kg. Os caroços de algodão, além de teores de PB de 22 a 25% e de FDN entre 37 e 44%, possuem de 4,12 a 5,30 Mcal/kg de ED. São também importantes fontes de fibra com teores de fibra bruta (FB) de 17,2 a 28%. A casca do caroço de algodão e os restos de culturas, utilizados como fontes de fibra, apresentam teores de FB de 42,9 a 50,0%. Como fontes de macrominerais, ressaltam-se os teores de fósforo (P), acima de 1% nos farelos, de cálcio (Ca), que chegam a 0,24% nos farelos e caroços e de enxofre (S), atingindo 0,43% no farelo proveniente da extração mecânica do óleo.

Apesar da reconhecida qualidade dos subprodutos resultantes da indústria algodoeira, como alimento para bovinos, permanecem os problemas resultantes da presença do gossipol nestes derivados. Até recentemente, considerava-se que os ruminantes podiam inativar mais gossipol do que seriam capazes de consumir. No entanto, métodos modernos de extração de óleo têm aumentado a concentração deste composto fenólico nos subprodutos, ao mesmo tempo em que vacas de alta produção tendem a aumentar a ingestão de alimentos e, conseqüentemente, de gossipol. Nestas condições o limite máximo de ingestão de gossipol de 24 g/dia (49, 67) pode ser excedido, com possíveis conseqüências adversas. Reações fisiológicas diversas podem ocorrer, dependendo do estágio produtivo e nutricional do animal. A molécula de gossipol não é metabolizada pelas bactérias do rúmen nem pelo animal (1). Ela se une às proteínas que contêm aminoácidos livres, impedindo seu metabolismo (87). As ligações com proteínas (78), bem como altos níveis de ferro na dieta podem inativar os pontos de ligação do gossipol diminuindo sua toxicidade. A peletização também resulta em diminuição de sua atividade (7). Os subprodutos do algodão, principalmente aqueles nos quais o gossipol ainda não foi inativado, não são recomendados para bezerros, devido à alta suscetibilidade dos monogástricos (24). Os teores de gossipol do algodão diferem com as variedades e os locais de plantio. Em média, as variedades plantadas em São Paulo apresentam teores de 1,3 a 1,4% da matéria seca (MS)(106).

Tabela 3. Composição bromatológica dos alimentos. Valores expressos em base de matéria seca.

Alimento	MS	PB	FB	FDN	FDA (%)	Lig.	EE	MM	NDT	ED	EM	Elm Mca	ELC	ELI	Ca	P	S	Ref.
<b>Algodão</b>																		
Casca	91	4,1	47,8	90	73	24	1,7	2,8	45	1,98	1,55	0,78	0,25	0,88	0,15	0,09	0,09	(80)
Casca cru	90	4,4	45,0	-	-	-	1,6	2,9	52	2,28	1,87	1,03	0,19	0,77	0,14	0,07	-	(25)
Casca	90	3,9	42,9	-	-	-	1,4	-	38	1,67	1,37	-	-	0,71	0,14	0,09	-	(15)
Casca	90	4,3	50,0	90	71	-	-	-	38	1,68	1,24	0,86	-	-	-	-	-	(65)
Caroço	94	24,2	28,0	-	-	-	16,7	3,3	94	4,12	3,38	2,01	1,20	2,66	0,15	0,73	-	(64)
Caroço cru	90	22,9	25,9	-	-	-	17,6	3,8	-	5,20	5,30	-	-	-	0,21	-	-	(25)
Car.tostado	93	24,9	18,2	-	-	-	19,9	-	-	4,23	-	-	-	-	-	-	-	(41)
Car.c./linter	92	23,0	24,0	44	34	10	20,0	4,8	96	4,23	3,83	2,41	1,69	2,23	0,09	0,54	-	(80)
Car.s./linter	90	25,0	17,2	37	26	14	23,8	4,5	96	3,30	3,82	2,41	1,69	2,23	0,09	0,54	-	(80)
Farelo	93	44,8	13,0	-	-	-	-	-	75	-	2,89	1,69	1,11	1,72	0,24	0,28	-	(65)
Farelo	93	34,3	12,2	-	-	-	5,8	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(16)
Farelo	88	38,7	12,0	-	-	-	1,8	6,1	-	-	-	-	-	-	0,20	1,08	(29)	
Far.extr.																		
mec. 36% prot.	92	41,9	15,5	-	-	-	4,6	7,3	73	3,22	2,80	1,73	1,11	1,67	0,21	1,04	0,28	(80)
Far.extr.																		
mec. 41% prot.	93	44,3	12,8	28	20	6	5,0	6,6	78	3,44	3,02	1,88	1,24	1,79	0,22	1,16	0,43	(80)
Far.extr.																		
sol. 41% prot.	91	45,6	14,1	26	19	6	1,3	7,0	76	3,35	2,93	1,82	1,19	1,74	0,17	1,21	0,74	(80)
Rest. de Cult.	91	48,9	12,1	28	21	7	1,7	6,7	75	-	2,89	1,79	1,16	1,72	-	1,00	0,34	(80)
Amendoim	92	5,7	43,8	-	-	-	0,8	4,2	40	-	-	-	-	-	-	-	-	(75)
Casca do grão	92	7,3	65,4	-	-	-	1,3	4,8	18	0,81	0,66	-	-	-	0,27	0,07	-	(25)
Grão	95	29,9	3,0	-	-	-	50,3	2,5	138	6,10	5,00	-	-	-	0,06	0,45	-	(25)
Farelo	92	51,8	14,3	-	-	-	1,3	4,9	77	3,39	2,78	1,76	1,16	1,94	0,22	0,71	-	(25)
Farelo	90	46,4	9,9	-	-	-	1,4	7,0	-	-	-	-	-	-	0,12	0,66	-	(29)
Farelo	92	49,8	9,0	-	-	-	-	-	83	3,65	3,24	1,96	1,31	1,91	-	-	-	(65)
Película	92	17,2	15,4	39	25	4,9	20,0	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(51)
Película	93	17,7	14,7	36	25	6,5	21,0	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(52)
Película	-	19,8	-	39	23	-	24,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(114)
<b>Soja</b>																		
Casca	92	12,4	36,1	-	-	-	2,8	4,2	64	3,83	2,32	0,80	0,07	1,97	0,59	0,17	-	(25)
Casca	89	10,5	34,5	-	-	-	1,3	4,3	-	-	-	-	-	-	0,47	0,17	-	(29)

Tabela 3. Continuação

Alimento	MS	PB	FB	FDN	FDA (%)	Lig.	EE	MM	NDT	ED	EM	Elm Mca	ELC	ELI	Ca	P	S	Ref.
Casca	91	12,0	39,0	67	46	-	18,9	5,3	78	3,43	3,02	1,79	1,19	1,79	-	-	-	(65)
Grão cru	88	36,1	5,3	-	-	-	19,2	5,4	91	4,03	3,30	2,41	1,53	2,52	0,27	0,35	-	(16)
Grão cru	91	41,7	5,8	-	-	-	21,8	4,5	-	-	-	-	-	-	0,27	0,63	-	(25)
Grão cru	92	35,9	5,5	-	-	-	-	-	-	4,15	-	-	-	-	0,29	0,50	-	(39)
Grão cru	90	40,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(70)
moido	90	38,9	6,9	-	-	-	17,8	4,4	-	-	-	-	-	-	0,21	0,57	(29)	
Grão cozido	91	37,8	7,1	-	-	-	16,1	5,1	-	-	-	-	-	-	0,22	0,50	-	(29)
Grão tostado	92	36,2	7,6	-	-	-	22,3	4,7	-	-	-	-	-	-	0,31	0,48	-	(39)
Grão tostado	90	30,2	12,4	-	-	-	7,8	9,7	-	-	-	-	-	-	0,25	0,56	-	(29)
Quirera	90	30,2	12,4	-	-	-	7,8	9,7	-	-	-	-	-	-	0,24	0,59	-	(29)
Far. 42% PB	88	42,5	5,8	-	-	-	2,0	5,7	81	3,53	2,93	1,93	1,29	2,07	0,36	0,75	-	(25)
Far. 44% PB	89	51,5	6,7	-	-	-	1,0	6,5	-	-	-	-	-	-	0,25	0,50	-	(29)
Far. 45% PB	88	44,8	5,6	-	-	-	1,7	5,7	-	-	-	-	-	-	0,28	0,61	-	(29)
Far. 48% PB	87	47,8	5,7	-	-	-	1,4	6,1	84	3,69	3,03	-	-	-	0,32	0,71	-	(25)
Far. 49% PB	91	55,6	3,2	-	-	-	1,2	6,5	3,41	-	-	-	-	-	-	-	-	(25)
Farelo	89	49,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(70)
Farelo	89	49,6	7,0	14	10	-	-	-	81	3,56	3,15	1,89	1,26	1,86	-	-	-	(65)
Farinha	-	60,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(95)
Prot. conc.	-	80,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(95)
Prot. isolada	-	90,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(95)
Lectina	99	4,5	-	-	-	-	99,6	9,4	-	-	-	-	-	-	0,08	1,10	(29)	
Lec. bruta	35	-	-	-	-	-	33,6	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(29)
Res. limpeza	88	24,3	12,7	-	-	-	7,2	7,3	-	-	-	-	-	-	0,31	0,42	-	(29)
Soapstock	58	0,2	27,6	-	-	-	6,0	7,7	52	2,30	1,89	-	-	-	0,17	0,28	-	(29)
Feno	88	15,0	41,2	-	-	-	3,3	5,1	34	-	-	-	-	-	0,94	0,24	-	(15)
Restos cultura	89	3,9	41,2	-	-	-	1,2	5,1	44	1,94	1,51	0,96	0,01	0,96	-	0,05	-	(75)
Restos cultura	88	5,2	44,0	70	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(65)

Soja, casca - Peticarpo retirado do grão durante o processo industrial de extração do óleo.

Soja, soapstock - Subproduto da neutralização alcalina dos ácidos graxos livres do óleo de soja obtido durante o processo de refinação do óleo.  
 MS = Matéria Seca; PB = Proteína Bruta; FB = Fibra Bruta; FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em Detergente Ácido; Lig = Lignina; EE = Extrato Etéreo; MM = Matéria Mineral; NDT = Nutrientes Digestíveis Totais; ED = Energia Digestível; EM = Energia Metabolizável; Elm = Energia Líquida para Manutenção; Elic = Energia Líquida para Crescimento; Eli = Energia Líquida para Lactação; Ca = Cálcio; P = Fósforo; S = Enxofre; Far. extr. mec. = Farelo por Extração Mecânica; Far. extr. sol. = Farelo de Extração por Solvente; Car. = Carvão.

## 2.1. Farelo de algodão (FAI)

De todos os subprodutos do algodão, os farelos são os mais conhecidos e utilizados. Resultam da remoção do óleo, que pode ser feita tanto pelo esmagamento mecânico do caroço como através do uso de solventes. O FAI, resultante da extração mecânica, apresenta teores menores de proteína do que o proveniente da extração química. No entanto, tem maior valor como fonte de energia por conter mais óleo residual (Tabela 3). O valor nutritivo do FAI para bovinos tem sido revisito recentemente (24, 73). Devido à crescente importância do conhecimento do fracionamento da digestão da proteína, separando a degradação ruminal da digestão que ocorre no intestino delgado (80), ressalte-se que o teor de nitrogênio degradado no rúmen é de cerca de 49% para o FAI enquanto que para o farelo de soja pode chegar a 80% (62) e que o teor de lisina e metionina do FAI é de 2,01 e 0,62% e do farelo de soja 2,99 e 0,58%, respectivamente (80). Assim, do ponto de vista da degradabilidade ruminal, o FAI é melhor suplemento de proteína, enquanto o de soja apresenta melhor composição de aminoácidos. Tratamento com calor tem sido utilizado para diminuir a degradação ruminal e aumentar a digestibilidade intestinal do FAI (12).

A suplementação de vacas leiteiras mantidas a pasto com FAI já é bastante conhecida. Nessas condições ocorre maior ingestão de alimento, manutenção de peso e condições corporais, devido, provavelmente, a maior partição de nutrientes na direção da lipogênese nos tecidos do corpo (74).

## 2.2. Caroço de algodão (CAI)

Bovinos alimentados com CAI mostram resultados diferentes daqueles apresentados por animais recebendo os seus componentes, gordura, farelo e casca, separadamente. Uma das razões pode ser a liberação lenta da gordura no rúmen e mesmo alguma gordura que não é liberada no rúmen e atinja o intestino, o que pode explicar o aumento da produção e da gordura do leite observado em vacas recebendo CAI (100). Assim, até 510 g/dia de gordura suplementar pode ser fornecida a vacas de alta lactação através do CAI (100).

O aumento da demanda por energia, observado em vacas de alta produção, tem realçado a importância do CAI como suplemento energético. Devido ao teor de gordura, é considerado um alimento de alta energia, especialmente na alimentação de vacas leiteiras, em início de lactação, expostas a ambientes de altas temperaturas e umidade, quan-

do estão em balanço energético negativo. Nestas condições, a suplementação com CAI resulta em aumento da produção (4) e do teor de gordura do leite (28, 101).

Por outro lado, quando a fibra da ração é de qualidade inferior ou em quantidade insuficiente, pode ocorrer uma queda no teor de proteína do leite de vacas recebendo CAI (115). A preocupação com a interação do CAI com o tipo de ração tem levado ao aumento nas pesquisas visando definir o comportamento deste suplemento para cada tipo de volumoso. O efeito do CAI pode ser negativo quando a forragem for apenas silagem de milho (68). No entanto, este efeito pode ser corrigido pelo fornecimento de feno de alfafa nas quantidades de 25 a 50% da MS da ração (102). A tendência de diminuição da digestibilidade dos nutrientes sugere efeito sobre a fermentação ruminal (102). Para novilhos de engorda em confinamento, o CAI fornecido na proporção de 12% da MS da dieta, mostra-se adequado quando o volumoso é palha de trigo (14).

Bovinos de produção mediana, recebendo forrageiras de qualidade inferior, respondem satisfatoriamente à suplementação com CAI. Fornecimento diário de 1,5 kg de caroço de algodão suplementando 30 kg de palma forrageira, aumentou em cerca de 2 kg de leite por dia a produção de vacas comparadas com animais recebendo a mesma quantidade de palma forrageira suplementada com 3,0 kg de silagem de leucena ou com 1,2 kg de feno de leucena. Os animais recebendo caroço de algodão perderam menos peso que os demais (64). Tanto o CAI cru, como o tostado, podem substituir totalmente o farelo de algodão no arraçamento de vacas mestiças leiteiras sem afetar a produção (41, 83).

Alguns tratamentos têm sido desenvolvidos visando melhorar a qualidade do CAI e principalmente aumentar a quantidade de proteína e gordura que ultrapassem o rúmen sem ser degradadas. A extrusão diminui a solubilidade do nitrogênio e a quantidade de proteína degradada no rúmen, porém não afeta a produção de leite (79). A tostagem do CAI não mostra efeito que a justifique (40).

Resultado interessante foi obtido por O'KELLY (81), quando estudou o efeito do CAI como fonte de gordura para novilhos em confinamento. O autor observou que novilhos de 18 meses, recebendo 2,5 kg de CAI por dia mais feno de alfafa a vontade, apresentaram altos teores de gordura no sangue e foram 2,7 vezes mais suscetíveis ao carrapato (*Boophilus microplus*) que animais que não receberam CAI. Esta menor resistência foi associada à diminuição no número de linfócitos.

Pode haver diferenças entre CAI com línter e sem línter, tanto o deslindado artificialmente como o naturalmente sem línter. CAI sem línter tem passagem mais rápida pelo intestino (3) o que pode resultar em menor digestibilidade. Por outro lado, sua saída mais rápida do rúmen (23) pode resultar em maior disponibilidade de proteína para digestão intestinal. Variedades naturalmente deslindadas têm teores maiores de PB e gordura (105), o que justificaria algumas diferenças observadas.

### 2.3. Casca de caroço de algodão (CCAI)

Ruminantes necessitam de um mínimo de fibra funcional na dieta para que a ingestão de MS, a produção de carne e leite e a saúde do trato digestivo seja ideal. Fibra funcional é definida como a fibra com real capacidade para estimular a ruminação, a taxa de passagem da digesta, a salivacão, a produção ruminal de acetato e o conseqüente teor de gordura no leite (48). A deficiência de fibra funcional pode resultar em distúrbios metabólicos, como acidose e deslocamento do abomaso, além da diminuição da gordura no leite. A fibra da CCAI mostrou-se de alta qualidade para o funcionamento do rúmen e da digestão (19), podendo ser utilizada com resultados satisfatórios, como fonte de fibra para novilhos confinados (44). A CCAI aumenta a ingestão de MS e a produção de leite, podendo suprir de 10 a 15% da MS da dieta (2).

### 2.4. Restos de cultura do algodão (RCAL)

O controle de pragas do algodoeiro exige a queima dos restos de cultura. Assim, praticamente não existe o interesse de utilizar estes resíduos na alimentação de bovinos. RCAL é pobre em proteína e energia (Tabela 3), podendo ser utilizado como fonte de fibra no balanceamento de rações ricas em grãos (75).

## 3. AMENDOIM

A industrialização de 100 kg de amendoim em casca, para a produção de 25,48 kg de óleo refinado, resulta em 39,00 kg de farelo, 33,00 kg de casca e 2,52 kg de borra (18). Estes subprodutos podem ser utilizados, com bons resultados, na alimentação de bovinos. A rápida substituição do óleo de amendoim por óleo de algodão e, principalmente, de

soja, resultou no decréscimo do valor econômico do amendoim e conseqüentemente na queda da sua produção, que hoje está num patamar de cerca de 140 a 170 mil toneladas anuais. A composição bromatológica do amendoim e dos seus principais subprodutos estão na Tabela 3.

### 3.1. Farelo de amendoim (FAM)

O FAM é o principal subproduto da moagem para extração de óleo (18). Onde ainda está disponível é utilizado na alimentação animal com bons resultados. Com cerca de 49% de proteína, é uma excelente fonte de arginina, contém teores razoáveis de histidina, porém é pobre em metionina, cistina, lisina e isoleucina (65).

É bastante conhecido o efeito da contaminação do amendoim pelo *Aspergillus flavus* sobre os monogástricos. Os efeitos da aflatoxina produzida por este fungo sobre bovinos foram descritos pela primeira vez em 1962 (22). Apesar da resistência dos ruminantes à intoxicação pela aflatoxina, vacas mestiças que ingeriram grande quantidade de amendoim armazenado em más condições apresentaram sintomas sérios de intoxicação, inclusive com abortos e mortes (85).

### 3.2. Casca do amendoim (CAM)

A CAM é um subproduto de má qualidade, com alto teor de fibra e baixos teores de PB (7,3%) e de ED (0,81 Mcal/kg) (25). No entanto, o tratamento da CAM com 3% de amônia anidra melhora o teor de PB, a absorção e aproveitamento do N, apesar de não apresentar resultados na digestibilidade da MS, PB e EB e diminuir a digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN), quando fornecido na alimentação de novilhos (50). Estes dados, ainda que não conclusivos, sugerem possibilidades de utilizar a CAM na alimentação de bovinos.

### 3.3. Película do amendoim (PAM)

Com a diminuição da moagem do amendoim para a produção de óleo e aumento de sua industrialização para consumo humano, tem-se observado aumento na disponibilidade da película que cobre a semente. A PAM apresenta cerca de 16% de PB e 23% de EE (51, 52, 109). Contém também cerca de 22% de tanino (51, 52).

Novilhas em pastoreio, suplementadas com 0,91 kg de milho e 0,91 kg de PA, tiveram melhor ganho de peso do que novilhas recebendo 1,82 kg de milho como suplemento da pastagem (72), contudo, o ganho médio diário de animais confinados diminuiu quando o conteúdo de PAM na dieta aumentou de zero para 10 ou 20% da MS. O declínio foi atribuído à redução na digestibilidade da proteína e retenção de N (72), provavelmente devido à ação do tanino. O tanino forma complexos insolúveis com a proteína, diminuindo sua digestibilidade (88). Para vacas em lactação foi possível suplementar uma mistura de ração total com até 16% de MS proveniente de PAM com aumento na produção leiteira, porém maiores quantidades de PAM causaram diminuição desta produção (114). O uso do PAM tem despertado o interesse dos pesquisadores, porém os resultados, apesar de promissores, ainda são incompletos.

#### 4. SOJA

Cada 100 kg de grãos de soja que a indústria moageira utiliza para produção de 18,34 kg óleo refinado produz 76,10 kg de farelo e 0,35 kg de borra (18). Apesar de não se ter dados quantificados, é significativo o volume de grãos, inteiros ou quebrados, que são descartados no beneficiamento da soja. Considerando que a produção mundial de soja anda ao redor de 100 milhões de toneladas/ano, das quais cerca de 20 milhões são produzidas pelo Brasil (36), pode-se deduzir o volume significativo de subprodutos que podem ser utilizados na alimentação de bovinos. A composição bromatológica dos principais subprodutos da soja estão na Tabela 3.

A soja, apesar de ser uma excelente fonte de proteínas e energia, apresenta alguns componentes antinutricionais, que podem comprometer a sua utilização. Principalmente para bezerros na fase de não ruminantes (17). Além dos fatores inibidores das enzimas digestíveis, a proteína de soja apresenta componentes alergênicos, que podem até causar a morte (63, 98, 99). Revisões sobre o assunto (96, 97) têm mostrado que os animais se tornam sensíveis aos alergênicos existentes na soja, quando entram em contato com a proteína da soja nos primeiros dias de vida. Bezerras criadas com sucedâneos do leite, preparados com proteína de soja, podem se tornar sensíveis a estas proteínas. Com o crescente uso de proteína de soja protegida da degradação ruminal, estes animais sensibilizados poderiam apresentar problemas, porém não são conhecidos trabalhos que abordem o assunto. Este pode ser um novo campo a ser

explorado, podendo vir a explicar certas respostas negativas de animais adultos suplementados com proteína de soja.

Suplementos protéicos com alto teor de energia, que sejam resistentes a degradação microbiana no rúmen, porém que ainda se mantenham disponíveis para absorção no intestino delgado, poderão se tornar uma fonte de energia e aminoácidos extras para vacas de alta produção no início da lactação (80, 92). Muitos dos subprodutos da soja podem atender esta demanda se manipulados adequadamente.

#### 4.1. Farelo de soja (FS)

O FS é um dos suplementos protéicos mais utilizados na alimentação de vacas leiteiras. Tem boa palatabilidade e bom balanço de aminoácidos de alta disponibilidade. Contudo, apresenta extensa degradação ruminal, que diminui sua eficiência (80). Considerando que 98% da proteína do FS não degradada no rúmen é digestível no intestino (31), compreende-se a importância dos processos que visam diminuir a degradação ruminal. Existem revisões abordando o uso do FS para bovinos (96, 103).

A procura de métodos de tratamento do FS de maneira a permitir aumento da proteína não degradável no rúmen, porém sem prejudicar sua composição de aminoácidos, é uma constante. De todos os tratamentos os mais utilizados são o tratamento com calor e a aplicação de formaldeído (13, 117). Em todos os casos ocorre perda de lisina, cistina e tirosina (10). Bons resultados têm sido obtidos preliminarmente com o uso de zeína modificada quimicamente (6).

FS tratado pelo "expeller" tem cerca de 65% mais proteína não degradada do que FS não tratado e aumenta a relação de leite produzido por alimento consumido quando fornecido a vacas em lactação (11).

Trabalhos recentes têm desenvolvido o uso da caramelização induzida não enzimaticamente, conhecida como Reação de Maillard (20, 21). Na Reação de Maillard ocorre inicialmente a condensação de açúcares com grupos aminos da proteína seguida pela polimerização que a torna indigestível. A primeira fase é interessante por prevenir a degradação ruminal; porém a segunda tem efeito negativo na disponibilidade da proteína (66). Dentre os açúcares disponíveis, a xilose é o mais reativo (20). No entanto, xilose não ocorre naturalmente como açúcar livre, mas faz parte da hemicelulose. Na indústria de polpa de madeira, a

hemicelulose é hidrolisada nos seus açúcares componentes enquanto a lignina é removida. A fibra resultante é basicamente celulose. A xilose hidrolisada é um dos componentes do licor sulfítico resultante, que ainda contém ácido lignosulfônico e seus sais, bem como hemicelulose e outros açúcares. O licor sulfítico chega a ter cerca de 20% de xilose na base da MS (77).

A possibilidade de usar o licor sulfítico como fonte comercial de xilose na caramelização não enzimática do FS tem sido estudada (66, 116). Experimentalmente, o aquecimento do FS com licor sulfítico reduziu a liberação da amônia "in vitro" a menos de 1/3 do controle e mostrou que a xilose é o ingrediente ativo do licor (66). Para novilhos em crescimento, FS tratado com licor sulfítico apresentou um escape de proteína do rúmen cerca de 2,5 vezes maior que o que ocorreu com farelo não tratado. Trabalhos com vacas em lactação mostraram que farelo tratado com licor sulfítico, fornecido em quantidade igual à metade da quantidade de FS não tratado da testemunha, permitiu produção semelhante aos obtidos com a testemunha (77). A degradação da proteína no rúmen, que é de cerca de 70% nos FS não tratados, decresce para aproximadamente 54% nos FS tratados com lignosulfonato de cálcio (30), ao mesmo tempo que não diminui o fluxo de proteína microbiana para o intestino (71).

FS tostado a 165°C durante 150 minutos resulta em maior quantidade de proteína, deixando o rúmen e maior quantidade de aminoácido sendo absorvida no intestino delgado (27). FS tratado com calor resulta em melhores produções do farelos não tostados. (32). A tostagem da soja aumenta o seu teor de FDN, FDA e N insolúvel em detergente ácido, porém a digestibilidade destes parâmetros também aumenta, o que é um efeito a mais da tostagem (54).

Apesar de ser uma metodologia bastante conhecida e difundida, alguns autores questionam a eficiência do uso de farelo de soja tostado ou não como fonte de proteína não degradável no rúmen (59) e sugerem que uma mistura de fontes de proteína não degradável possa dar melhores resultados (60).

#### 4.2. Grãos de soja (GS)

GS com cerca de 18% de gordura e 38% de proteína (Tabela 3) se constituem, muitas vezes, em fontes relativamente baratas de proteína e energia para vacas leiteiras. Contudo, a proteína dos GS crus é rapi-

damente degradada no rúmen (104). No entanto, GS crus e moídos podem substituir totalmente o FA como suplemento protéico para vacas leiteiras mestiças, sem prejuízo para a produção de leite e peso vivo dos animais (16). Vários métodos de processamento têm sido desenvolvidos visando reduzir a degradação microbiana da proteína. O tratamento com calor aumenta a disponibilidade de proteína no intestino. No entanto, deve-se tomar cuidado para que não prejudique a disponibilidade de lisina (35). GS tratados com calor resultam em melhores produções que GS crus (32). Contudo, podem ocorrer perdas de 15 a 22% da lisina quimicamente considerada disponível, antes de se atingir a temperatura que resulte na quantidade máxima disponível pós-ruminalmente (33).

GS tostados fornecidos para vacas leiteiras podem aumentar o teor de proteína não degradada e a produção de leite (32, 34, 35, 61), particularmente se a dieta basal contiver quantidades significativas de alfafa e pouca proteína não degradável (110). Quando se aumenta a relação de proteína não degradável para proteína degradável pelo fornecimento de 4% de farinha de carne e ossos e 0,9% de farinha de sangue em dietas contendo GS crus ou tostados, mantém-se a produção leiteira e não diminui a ingestão de alimentos (46).

A diminuição do tamanho da partícula dos GS tostados tende a aumentar a digestão intestinal de N; pode, porém, diminuir o teor de proteína não degradada. GS tostados inteiros ou moídos são recomendados quando a soja constitui grande parte da dieta ou quando o baixo teor de proteína não degradável é fator limitante (107). O tamanho da partícula não tem efeito significativo na utilização dos ácidos graxos dos GS, porém a tostagem tende a aumentar o teor de ácidos graxos polinsaturados no leite quando se compara com GS crus (108). Os ácidos graxos livre dos GS tostados são parcialmente protegidos das bactérias ruminais, enquanto que sua presença proporciona maior digestibilidade da FDN e FDA da dieta (86).

Não apenas a temperatura é importante durante a tostagem, mas também o tempo em que os GS permanecem aquecidos. Temperatura de 146°C durante 30 minutos é recomendada. Assim, há tempo suficiente para que calor adequado atinja o centro dos GS ao mesmo tempo que se proporciona tempo suficiente para que a Reação de Maillard ocorra. Esta reação é dependente do tempo, e quanto mais tempo a temperatura é mantida, mais completa proteção da proteína é obtida (33).

Teores adequados de fibra devem ser considerados quando se quer suplementar uma dieta com GS. Assim, rações com 29% de FDN com

volumoso picado em partículas com cerca de 3,3 mm são as que produzem melhores resultados (45).

Vacas de alta produção podem receber de 2,7 a 3,6 kg de GS tostados por dia (55). Existem autores que afirmam que até 18% da MS da ração podem vir de GS tostados, ou seja, cerca de 4,5 kg/dia, e que, mesmo nestes níveis, o óleo dos GS não interfere com a fermentação ruminal (61).

Outro tratamento com calor é o processo de extrusão. O efeito dos GS extrudados a 132 e 149°C comparado com FS e GS crus, medido "in situ", mostra claramente que GS crus são mais degradáveis que os extrudados ou FS em todos os intervalos de tempo de exposição ao rúmen. Na primeira hora, o FS e os dois produtos extrudados aparentemente tiveram comportamento semelhante. Contudo, com o passar do tempo, os GS extrudados mostraram maior resistência à ação microbiana que o FS. Estes mesmos tipos de soja foram fornecidos a vacas com cânulas duodenais. O fluxo duodenal de aminoácido total e subsequente absorção intestinal foi menor nas dietas contendo GS crus. Extrusão dos GS a 132 e 149°C aumentou o fluxo de aminoácidos no duodeno em aproximadamente 10% e a absorção intestinal em 17% quando comparado com GS crus, porém esses valores não diferiram daqueles obtidos com FS (104). GS extrudados são tão eficientes quanto óleo vegetal saponificado com cálcio para produção de vacas leiteiras. Porém o teor de gordura do leite diminuiu com o aumento dos ácidos graxos insaturados provenientes da soja (118). Sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa podem suprir até 3% da MS da dieta quando fornecidos em dietas contendo 16% de soja extrudada (93).

Apesar da maioria dos resultados, existem trabalhos em que a comparação de dietas contendo GS extrudados, GS tostados e GS crus, não mostrou diferenças entre as dietas para a produção de leite (94). Talvez as quantidades fornecidas ou os demais ingredientes não fossem adequados. Dieta com GS, comparada com dieta contendo FS na terminação de novilhos mestiços em confinamento, resultou em melhor ganho de peso, porém o rendimento de carcaça foi melhor nos animais que receberam FS (89). Trabalhos recentes têm se preocupado com o GS moído como fonte de urease no tratamento de alimentos grosseiros. A utilização com palha de café resultou em melhoria na degradabilidade da MS e da PB (43).

#### 4.3. Casca do grão de soja (CGS)

Vacas em lactação necessitam de quantidades adequadas de energia para sustentarem altas produções (80). Forrageiras de qualidade, com

baixos teores de fibra e alta digestibilidade da MS, suprem energia sem os efeitos negativos da acidose, da diminuição do consumo e da diminuição dos teores de gordura do leite que frequentemente ocorrem quando são usadas grandes quantidades de grãos. Contudo, quando o suprimento de forrageiras é limitado, ou quando sua qualidade é inferior, o produtor de leite pode se ver forçado a utilizar uma fonte alternativa de fibra.

A demanda por FS rico em proteína tem resultado em grande quantidade de CGS que possui alto teor de FDN e FDA, porém de característica única, que é ser de alta digestibilidade (8), podendo chegar, "in vitro", a mais de 90% (84). Por isso, apesar de conter 70% de parede celular, alguns autores, ao arroçarem novilhos, consideram a CGS como alimento concentrado em vez de volumoso (53).

Devido ao padrão de fermentação ruminal a CGS pode ser classificada como fibra rapidamente fermentável, podendo ser utilizada tanto como fonte de energia como para manter ideal o teor de fibra da dieta, sem baixar a concentração do acetado ruminal ou da gordura do leite (26). Como fonte de fibra de rações altamente energéticas, a CGS não deve exceder 28% da MS da dieta (9) já que níveis mais altos podem diminuir a digestibilidade da ração (90), provavelmente devido a um aumento na taxa de passagem (76). CGS também pode substituir concentrados ricos em amido (5, 9, 69, 76). A substituição do milho pela CGS em até 28% da MS da dieta melhora a digestibilidade da fibra enquanto que a ingestão e a digestibilidade da MS e a produção de leite permanecem semelhantes às obtidas com dietas tradicionais (9, 69, 76). A CGS pode substituir o milho como fonte de energia na alimentação de bezerros de corte no sistema "creep feeding" (37).

Para prevenir a depressão da gordura do leite, o NRC (1989) recomenda que 75% do FDN da dieta provenha de forragens grosseiras. Porém vacas recebendo CGS podem ter a FDN proveniente da forragem diminuída para somente 60 a 65% do total necessário sem efeitos negativos na produção leiteira (42, 90, 91). CGS como fonte efetiva de fibra parece não interagir com os efeitos da gordura insaturada da dieta; contudo, aumenta a digestão da FDN e a porcentagem de gordura do leite (82).

CGS proporciona produção de proteína microbiana em quantidades semelhantes às possibilitadas pelo milho em grão e também um fluxo uniforme de aminoácidos individuais no duodeno (71).

Especulou-se que, devido ao pequeno tamanho da partícula da CGS, o aumento da taxa de passagem poderia ser responsável pela digestibi-



lidade da fibra e da MS observada em animais recebendo este alimento (47). A digestibilidade da celulose ocorrida no trato digestivo de ovelhas recebendo CGS como único alimento foi de 54%, porém quando a CGS era retida em sacos de dacron esta digestibilidade aumentou para 96% (84). A adição de feno de capim timóteo picado à dieta de CGS em flocos fornecida às ovelhas aumentou a digestibilidade da celulose quando comparada com o ingrediente fornecido sozinho (58) e aumentou também em 7% o valor do NDT da CGS em flocos (111). A suposição era de que o feno teria aumentado o tempo de retenção da CGS no rúmen (58), porém quanto a este tempo de permanência, medido em vacas recebendo CGS e feno de alfafa, nenhum efeito significativo foi encontrado apesar do aumento de 4% na produção de leite (113). A CGS pode substituir com sucesso até 42% da forragem da dieta quando fornecido em combinação com feno de alfafa picado grosso que tenha substituído 33% da silagem da dieta (112).

## 5. CONCLUSÕES

O crescimento da industrialização dos produtos agrícolas leva ao aumento da disponibilidade de subprodutos e restos que podem ser aproveitados na alimentação animal.

Influenciada pelos preços relativamente baixos e o impacto do ataque de bicudo, a produção algodoeira está em pleno declínio. Consequentemente a disponibilidade de seus subprodutos também tem diminuído. Do algodão, ressaltam-se o caroço e o farelo como subprodutos importantes na alimentação de bovinos.

A produção de amendoim está relativamente estável, porém a destinação do grão tem mudado. Enquanto o esmagamento para a produção de óleo tende a diminuir, cresce a industrialização para produção de alimentos humanos, como doces e pastas. Assim, a disponibilidade do farelo está diminuindo enquanto cresce a de outros subprodutos, como a casca e a película. Esta última é, talvez, a que tenha chamado mais atenção dos pesquisadores. Pode ser utilizada como fonte de proteínas e energia na alimentação dos bovinos.

Os subprodutos da soja são, de longe, os principais. Enquanto que o aumento de sua disponibilidade é uma realidade, outras maneiras de utilizá-los têm sido estudadas. Merece destaque o potencial de utilização da casca do grão de soja. Com teores razoáveis de proteína e energia, tem chamado a atenção pela alta digestibilidade de sua fibra. Seu

uso para corrigir os teores de fibra de rações de bovinos de alta produção tem sido bastante estudado e os resultados são promissores. Quando se fala de soja não se deve esquecer a presença de fatores anti-nutricionais. Merecem atenção os possíveis efeitos a longo prazo de se alimentar bezerros com sucedâneos do leite contendo proteína de soja.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABOU-DONIA, M., 1976. Physiological effects and metabolism of gossypol. *Residue Rev.*, 61: 125.
2. ADAMS, A.L.; B. HARRIS Jr.; H.H. VAN HORN; C.J. WILCOX, 1995. Effects of varying forage types on milk production responses to whole cottonseed, tallow, and yeast. *J. Dairy Sci.*, 78: 573.
3. ALFONSO, A.A.; M.D. OJOWL; J.E. TREI; A.J. KUTCHES, 1986. Comparative digestibility of whole, delinted and treated cottonseed. *J. Dairy Sci.*, 69(Suppl.1): 216.
4. ANDERSON, M.J.; D.C. ADAMS; R.C. LAMB; J.L. WALTERS, 1979. Feeding whole cottonseed to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 62: 1098.
5. ANDERSON, S.J.; J.K. MERRILL; M.L. McDONNELL; T.J. KLOPFENSTEIN, 1988. Digestibility and utilization of mechanically processed soybean hulls by lambs and steers. *J. Anim. Sci.*, 66: 2965.
6. ATWAL, A.S.; S. MAHADEVAN; M.S. WOLYNETZ; Y. YU, 1995. Increased milk production of cows in early lactation fed chemically treated soybean meal. *J. Dairy Sci.*, 78: 595.
7. BARRAZA, M.L.; C.E. COPPOCK; K.N. BROOKS; D.L. WILKS; R.G. SAUNDERS; G.W. LATIMER Jr., 1991. Iron sulfate and feed pelleting to detoxify free gossypol in cottonseed diets for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 74: 3457.
8. BELYEA, R.L.; B.J. STEEVENS; R.J. RESTREPO; A.P. CLUBB, 1989. Variation in composition of by-product feeds. *J. Dairy Sci.*, 72: 2339.
9. BERNARD, J.K. & W.W. McNEILL, 1991. Effect of high fiber energy supplements on nutrient digestibility and milk production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 74: 991.
10. BJARNASON, J. & K.J. CARPENTER, 1970. Mechanisms of heat damage in proteins. 2. Chemical changes in pure proteins. *Br. J. Nutr.*, 24: 313.
11. BRODERICK, G.A., 1982. Estimation of protein degradation using in situ and in vitro methods. In: *Int. Symp. Proc. Protein Requirements for Cattle*. Misc. Publ. n° 109. Oklahoma State Univ. Stillwater.

12. BRODERICK, G.A. & W.M. CRAIG, 1980. Effect of heat treatment on ruminal degradation and escape, and intestinal digestibility of cotton seed meal protein. *J. Nutr.*, **119**: 2381.
13. BRODERICK, G.A.; R.J. WALLACE; E.R. ORSKOV, 1991. Control of rate and extent of protein degradation. In: TSUDA, T.; Y. SASKI e R. KAWASHINA, ed. *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants*. Acad. Press, London.
14. BROSH, A.; Z. HOLZER; D. LEVY, 1989. Cottonseed for protein and energy supplementation of high-roughage diets for beef cattle. *Animal Production*, **48**: 513.
15. CAMPOS, J., 1972. Tabela para o Cálculo de Rações. Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária. Viçosa, MG.
16. CAMPOS, O.F.; J. CAMPOS; R. GARCIA; J.C. MILAGRES, 1972. Farelo de algodão e semente de soja crua, como suplementos protéicos para vacas em lactação. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, **1**(1): 59.
17. CAMPOS, O.F. & A.G. SILVA, 1986. Fontes alternativas de proteína no sucedâneo de leite para bezerros. Revisão da Literatura. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, **21**(10): 1089.
18. CANTO, W.L., 1986. Sistema ponderal de conversões e determinação de margens de comercialização. *Estudos Econômicos - Alimentos Processados* 22:1-58. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, SP.
19. CLARK, P.W. & L.E. ARMENTANO, 1993. Effectiveness of neutral detergent fiber in whole cottonseed and dried distillers grains compared with alfalfa haylage. *J. Dairy Sci.*, **76**: 2644.
20. CLEALE, R.M.IV; R.A. BRITTON; T.J. KLOPFENSTEIN; M.L. BAUER; D.L. HARMON; L.D. SATTERLEE, 1987a. Induced non-enzymatic browning of soybean meal. II. Ruminal escape and net portal absorption of soybean meal treated with xylose. *J. Anim. Sci.*, **65**: 1319.
21. CLEALE, R.M. IV; T.J. KLOPFENSTEIN; R.A. BRITTON; L.D. SATTERLEE; S.R. LOWRY, 1987b. Induced non-enzymatic browning of soybean meal. I. Effects of factors controlling non-enzymatic browning on in vitro ammonia release. *J. Anim. Sci.*, **65**: 1312.
22. CLEGG, F.G. & H. BRYSON, 1962. An outbreak of poisoning in store cattle attributed to Brazilian groundnut meal. *The Veterinary Record*, Sept.15th, 1962. Vol.74(37):992.
23. COPPOCK, C.E.; J.R. MOYA; J.W. WEST; D.H. NAVE; J.M. LABORE; C.E. GATES, 1985. Effect of lint on whole cottonseed passage and digestibility and diet choice on intake of whole cottonseed by Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, **68**: 1198.

24. COPPOCK, C.E.; J.K. LANHAM; J.L. HORNER, 1987. A review of the nutritive value and utilization of whole cottonseed, cottonseed meal, and associated by-products by dairy cattle. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, **18**: 89.
25. CULLISON, A.E., 1982. *Feeds and Feeding*. 3ª Ed. Reston Publishing Company, Inc. Reston, Virginia, USA.
26. CUNNINGHAM, K.D.; M.J. CECAVA; T.R. JOHNSON, 1993. Nutrient digestion, nitrogen, and amino acid flows in lactating cows fed soybean hulls in place of forage or concentrate. *J. Dairy Sci.*, **76**: 3523.
27. DEMJANEC, B.; N.R. MERCHEN, J.D. CREMIN JR., C.G. ALDRICH; L.L. BERGER, 1995. Effect of roasting on site and extent of digestion of soybean meal by sheep: I. Digestion of nitrogen and amino acids. *J. Anim. Sci.*, **73**: 824.
28. DEPETERS, E.J.; S.J. TAYLOR; A.A. FRANKE; A.A. GUIRRE, 1985. Effects of feeding whole cottonseed on composition of milk. *J. Dairy Sci.*, **68**: 897.
29. EMBRAPA, 1991. Tabela de Composição Química e Valores Energéticos de Alimentos para Suínos e Aves. 3ª Ed. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, Concórdia, SC. 97 p.
30. ERAMUS, L.J.; P.M. BOTHA; H.H. MEISSNER, 1993. Effect of protein source on amino acid flow to the small intestine of cows in early lactation. *J. Dairy Sci.*, **76**(Suppl.1): 277.
31. ERAMUS, L.J.; P.M. BOTHA, C.W. CRUYWAGEN; H.H. MEISSNER, 1994. Amino acid profile and intestinal digestibility in dairy cows of rumen-undegradable protein from various feedstuffs. *J. Dairy Sci.*, **77**: 541-551.
32. FALDET, M.A. & L.D. SATTER, 1991. Feeding heat-treated full fat soybeans to cows in early lactation. *J. Dairy Sci.*, **74**:3047.
33. FALDET, M.A.; L.D. SATTER; G.A. BRODERICK, 1992a. Determining optimal heat treatment of soybeans by measuring available lysine chemically and biologically with rats to maximize protein utilization by ruminants. *J. Nutr.*, **122**: 151.
34. FALDET, M.A.; Y.S. SON; L.D. SATTER, 1992b. Chemical, in vitro, and in vivo evaluation of soybeans heat-treated by various processing methods. *J. Dairy Sci.*, **75**: 789-795.
35. FALDET, M.A.; V.L. VOSS; G.A. BRODERICK; L.D. SATTER, 1991. Chemical, in vitro, and in situ evaluation of heat-treated soybean proteins. *J. Dairy Sci.*, **74**: 2548-2554.
36. FARIAS, A.D., 1991. Cultura da Soja. In: O Setor Primário do Rio Grande do Sul - Diagnóstico e Perspectivas Sócio-Econômicas Série: Realidade Rural. Ed.: Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural. Porto Alegre. V.3, p.113.

37. FAULKNER, D.B.; D.F. HUMMEL; D.D. BUSKIRK; L.L. BERGER, D.F. PARRET; G.F. CMARIK, 1994. Performance and nutrient metabolism by nursing calves supplemented with limited or unlimited corn or soyhulls. *J. Anim. Sci.*, **72**: 470.
38. FERNANDES, ED., 1987. Uso da soja crua, soja tostada e soja crua/uréia como suplemento protéico para vacas em lactação. Tese de Mestrado. Escola Superior de Agricultura de Lavras. Lavras. 80p.
39. FERNANDES, ED.; J.C. TEIXEIRA; J.R.O. PEREZ; J.A. MUNIZ; R.N. FERREIRA, 1988. Uso da soja crua, soja tostada e soja crua/uréia como suplemento protéico para vacas em lactação. *Ciênc. Prát. Lavras*, **12**(1): 36.
40. FERREIRA, R.N.; J.R.O. PEREZ; J.C. TEIXEIRA; ED. FERNANDES; J.A. MUNIZ, 1989. Avaliação do caroço de algodão na alimentação de ovinos. *Ciênc. Prát. Lavras*, **13**(3): 237.
41. FERREIRA, R.N.; J.R.O. PEREZ; J.C. TEIXEIRA; J.A. MUNIZ; ED. FERNANDES, 1990. Caroço de algodão cru e tostado com suplemento protéico para vacas em lactação. II. Produção e composição do leite. *Ciênc. Prát. Lavras*, **14**(2): 137.
42. FIRKINS, J.L. & M.L. EASTRIDGE, 1992. Replacement of forage or concentrate with combinations of soyhulls, sodium bicarbonate, or fat for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **75**: 2752.
43. FURUSHO, IRAIDES F.; J.R.O. PEREZ; CRISTINA MARIA P. BARBOSA; M.V.M. OLIVEIRA, 1995. Efeito da palha de café tratada com uréia e grão de soja moído sobre a degradabilidade "in situ" da matéria seca e proteína bruta. Anais do XXXII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasília, DF. p.304.
44. GILL, D.R. & EN. OWENS, 1982. Alfalfa vs cottonseed hulls for starting cattle on high concentrate rations. In: Oklahoma State University and USDA-SEA-AR. Agricultural Experimental Station. Animal Science Research Report: Beef and Dairy Cattle, Swine, Sheep and their Products. June 1982 MP-112. p.138.
45. GRANT, R.J. & S.J. WEIDNER, 1992. Effect of fat from whole soybeans on performance of dairy cows fed rations differing in fiber level and particle size. *J. Dairy Sci.*, **75**: 2742.
46. GRUMMER, R.R.; MELISSA L. LUCK; J.A. BARMORE, 1994. Lactational performance of dairy cows fed raw soybeans, with or without animal by-product proteins, or roasted soybeans. *J. Dairy Sci.*, **77**: 1354.
47. HA, J.K. & J.J. KENNELLY, 1984. Effect of protein on nutrient digestion and milk production by Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, **67**: 2302.
48. HARRIS Jr., B., 1991. Value of high-fiber alternative feedstuffs as extenders of roughage sources. In: Proc. Natl. Invit. Symp. Alternative Feeds for Beef and Dairy Cattle, St.Louis, MO. Missouri Ext.Conf.Ctr., Columbia. p.138.

49. HAKDINS, G.E.; K.A. CUMMINS; M. SILVERIO; J.J. JILEK, 1985. Physiological effects of whole cottonseed in the diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **68**: 2608.
50. HILL, G.M. & P.R. UTLEY, 1987. Nutritional value of ammoniated peanut hulls in beef cattle diets. *Nutrition Reports International*, **36**(6): 1363.
51. HILL, G.M.; P.R. UTLEY; G.L. NEWTON, 1986a. Digestibility and utilization of ammonia-treated and urea-supplemented peanut skin fed to cattle. *J. Anim. Sci.*, **63**: 705.
52. HILL, G.M.; P.R. UTLEY; G.L. NEWTON, 1986b. Influence of dietary protein on peanut skin digestibility and utilization by feedlot steers. *J. Anim. Sci.*, **62**: 887.
53. HINTZ, H.F.; M.M. MATHIAS; H.F. LEY JR.; J.K. LOOSLI, 1964. Effects of processing and feeding hay on the digestibility of soybean hulls. *J. Anim. Sci.*, **23**: 43.
54. HUSSEIM, H.S.; DEMJANEC, B.; N.R. MERCHEN; C.G. ALDRICH; L.L. BERGER, 1995. Effect of roasting on site and extent of digestion of soybean meal by sheep: II. Digestion of artifacts of heating. *J. Anim. Sci.*, **73**: 824.
55. HUTJENS, M.F., 1990. Feeding soybean to dairy cattle. In: 1990 Dairy Management Manual, Vol 1. Western Regional Publication Committee, Urbana, IL. p.308-56. IBGE. 1994. Anuário Estatístico do Brasil. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. Vol.54. p.3-21 a 3-39.
57. IEA, 1994. Informações Econômicas. Mercado de Produtos. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, v.24 n.9 p.43-50, Set.94, p.43.
58. JOHNSON, R.R.; E.W. KLOSTERMAN; H.W. SCOTT, 1962. Studies on the feeding value of soybean flakes for ruminants. *J. Anim. Sci.*, **21**: 406.
59. KERRY, C.M. & H.E. AMOS, 1993. Effects of source and level of undegraded intake protein on nutrient use and performance of early lactation cows. *J. Dairy Sci.*, **76**: 499.
60. KERRY, C.M.; H.E. AMOS; M.A. FROETSCHER, 1993. Effects of supplemental protein source on intraruminal fermentation protein degradation, and amino acid absorption. *J. Dairy Sci.*, **76**: 514.
61. KNAPP, D.M.; R.R. GRUMMER; M.R. DENTINE, 1991. The response of lactating dairy cows to increasing levels of whole roasted soybeans. *J. Dairy Sci.*, **74**: 2563.
62. KRISHNAMOORTHY, U.; C.J. SNIFFEN; M.D. STERN; P.J. VAN SOEST, 1983. Evaluation of a mathematical model of rumen digestion and in vitro simulation of rumen proteolysis to estimate the rumen-undegraded nitrogen content of feedstuffs. *Br. J. Nutr.*, **50**: 555.

63. LALLES, J.P.; R. TOULLEC; P.B. BRANCO PARDAL; J.W. SISSONS, 1995. Hydrolyzed soy protein isolate sustains high nutritional performance in veal calves. *J. Dairy Sci.*, 78: 194.
64. LANGUIDEY, P.H. & O.M. CARVALHO FILHO, 1992. Caroço de algodão, feno e silagem de leucena no arraçoamento de vacas em lactação. Comunicado Técnico nº 38, junho/92, p.1-8. Centro Nacional de Pesquisa de Coco - CNPCo, Aracajú (SE).
65. LASSITER, J.W. & H.M. EDWARDS, Jr., 1982. *Animal Nutrition*. Reston Publishing Company, Inc. Reston, Virginia, USA.
66. LEWIS, J.M.; T.J. KLOPFENSTEIN; R.A. BRITTON; M.H. SONDT; T. WINOWISKI, 1989. Treated soybean meal for growing calves. In: Nebraska Beef Cattle Rep. MP 54, Univ. Nebraska, Lincoln. p.21
67. LINDSEY, T.O.; G.E. HAWKIND; L.D. GUTHRIE, 1980. Physiological responses of lactating cows to gossypol from cottonseed meal rations. *J. Dairy Sci.*, 63: 562.
68. LUBIS, D.; H.H. VAN HORN; B. HARRIS Jr.; K.C. BACHMAN; S.M. EMANUELE, 1990. Responses of lactating dairy cows to protected fats or whole cottonseed in low or high forage diets. *J. Dairy Sci.*, 73: 3512.
69. MacGREGOR, C.A.; E.G. OWEN; L.D. McGILL, 1976. Effect of increasing ration fiber with soybean mill run on digestibility and lactation performance. *J. Dairy Sci.*, 59: 682.
70. MANCIO, A.B., 1981. Efeitos da suplementação com semente de soja e uréia no período seco sobre o potencial reprodutivo de novilhas zebuínas. Belo Horizonte, Escola de Veterinária da UFMG. Tese de Mestrado em Zootecnia.
71. MANSFIELD, H.R. & M.D. STERN, 1994. Effects of soybean hulls and lignosulfonate-treated soybean meal on ruminal fermentation in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 77: 1070.
72. McBRAYER, A.C.; P.R. UTLEY; R.S. LOWERY; W.C. McCORMICK, 1983. Evaluation of peanut skins (testa) as a feed ingredient for growing-finishing cattle. *J. Anim. Sci.*, 56: 173.
73. MEIRELLES, P.R.L., 1992. Avaliação nutricional e cinética ruminal do caroço de algodão para vacas da raça holandesa em lactação. Tese de Mestrado. Escola Superior de Agricultura de Lavras. Lavras. p.61.
74. MORAN, J.B. & C.R. STOCKDALE, 1992. Maize silage for the pasture-fed dairy cow. 1. Effect of level of silage feeding, and responses to cottonseed meal grazing perennial pastures in the spring. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 32: 279.
75. MORRISON, F.B., 1966. *Alimentos e Alimentação dos Animais*. 2ª Ed. Edições Melhoramentos, São Paulo, SP.
76. NAKAMURA, T. & E.G. OWEN. 1989. High amounts of soyhulls for pelleted concentrate diets. *J. Dairy Sci.*, 72: 988.
77. NAKAMURA, T.; T.J. KLOPFENSTEIN; E.G. OWEN; R.A. BRITTON; R.J. GRANT; T.S. WINOWISKI, 1992. Nonenzymatically browned soybean meal for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 75: 3519.
78. NIKOKYRIS, P.; K.K. ANDYLIS; K. DELIGIANNIS; D. LIAMADIS, 1991. Effects of gossypol content of cottonseed cake on blood constituents in growing-fattening lambs. *J. Dairy Sci.*, 74: 4305.
79. NIPPER, W.A.; J.A. STUTTS; R.W. ADKINSON, 1987. Extruded whole cottonseed as a protein source for lactating dairy cattle. *JAOCs*, 64(5): 639.
80. NRC. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6ª Ed. Rev. National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C.
81. O'KELLY, J.C., 1984. Decreased resistance of *Bos taurus* cattle on a diet supplemented with whole cotton seed to the tick *Boophilus microplus* (Canestrini). *Vet. Parasitology*, 15: 151.
82. PANTOJA, J.; J.L. FIRKINS; M.L. EASTRIDGE; B.L. HULL, 1994. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 77: 2341.
83. PEREZ, J.R.O.; R.N. FERREIRA; J.C. TEIXEIRA; J.A. MUNIZ; F.D. FERNANDES, 1989. Caroço de algodão cru e tostado como suplemento protéico para vacas em lactação. I. Consumo, parâmetros sanguíneos e ruminais. *Ciênc. Prát. Lavras*, 13: 248.
84. QUICKE, G.V.; O.G. BENTLEY; H.W. SCOTT; R.R. JOHNSON; A.L. MOXON., 1959. Digestibility of soybean hulls and flakes and the in vitro digestibility of the cellulose in various milling by-products. *J. Dairy Sci.*, 42: 185.
85. RAY, A.C.; B. ABBITT; S.R. COTTER; M.J. MURPHY; J.C. REAGOR; R.M. ROBINSON; J.E. WEST; H.W. WHITFORD, 1986. Bovine abortion and death associated with consumption of aflatoxin-contaminated peanuts. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 188: 1187.
86. REDDY, P.V., J.L. MORRIL & T.G. NAGARAJA. 1994. Realise of free fatty acids from raw or processed soybeans and subsequent effects on fiber digestibilities., 77: 3410.
87. REISER, R. & H.C. FU, 1962. The mechanism of gossypol detoxification by ruminant animals. *J. Nutr.*, 76: 215.
88. ROBBINS, C.T.; R.A. HANLEY; A.E. HAGERMAN; O. HJELFORD; D.L. BAKER, C.C.; SCHWARTZ; W.W. MAUTZ, 1987. Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in protein availability. *Ecology*, 68: 98.
89. SAMPAIO, A.A.M.; M.D.S. OLIVEIRA; H. TOSI; J.C. GAVA FILHO, 1995. Utilização da soja-grão e do farelo de soja, na terminação de bovinos castrados

- e inteiros em confinamento. Anais da XXXII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasília, DF p.301.
90. SARWAR, M.; J.L. FIRKINS; M.L. EASTRIDGE. 1991. Effect of replacing neutral detergent fiber of forage with soyhulls end corn gluten feed for dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, 74: 1006.
  91. SARWAR, M.; J.L. FIRKINS; M.L. EASTRIDGE, 1992. Effects of varying forage and concentrate carbohydrates on nutrient digestibility and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 75: 1533.
  92. SATTER, L.D., 1986. Protein supply from undegraded dietary protein. *J. Dairy Sci.*, 69: 2734.
  93. SCHAUFFE, D.J.; J.H. CLARK; J.K. DRACKLEY, 1992. Effects of feeding lactating dairy cows diets containing extruded soybeans and calcium salts of long-chain fatty acids. *J. Dairy Sci.*, 75: 3003.
  94. SCOTT, T.A.; D.K. COMBS; R.R. GRUMMER, 1991. Effects of roasting, extrusion, and particle size on the feeding value of soybean for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 74: 255.
  95. SILVA, A.G., 1984. Factors affecting utilization of soybean proteins included in milk replacers for young calves. East Lansing, Michigan State University. Tese de Doutorado.
  96. SILVA, A.G., 1993. Soja na Alimentação de Bovinos Leiteiros. In: PEIXOTO, A.M.; J.C. MOURA & V.P. FARIA, ed. Nutrição de Bovinos: Conceitos básicos e aplicados. FEALQ. Piracicaba, SP. p.339.
  97. SILVA, A.G. & O.F. CAMPOS, 1986. Fisiologia da digestão da proteína em bezerros durante o período pré-ruminante: Revisão da Literatura. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 21: 777.
  98. SILVA, A.G.; J.T. HUBER; R.M. DeGREGÓRIO, 1986a. Influence of substituting two types of soybean protein for milk protein on gain and utilization of milk replacers in calves. *J. Dairy Sci.*, 69: 172-180.
  99. SILVA, A.G.; J.T. HUBER; T.H. HERDT; R. HOLLAND; R.M. DeGREGÓRIO; T.P. MULLANEY, 1986b. Morphological alterations of small intestinal epithelium of calves caused by feeding soybean protein. *J. Dairy Sci.*, 69: 1387-1393.
  100. SKLAN, D.; RUTH ASHKENAZ; A. BRAUN; A. DEVORIN; K. TABORI, 1992. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. *J. Dairy Sci.*, 75: 2463.

101. SMITH, N.E.; L.S. COLLAR; D.L. BATH; W.L. DUNKLEY; A.A. FRANKE, 1981. Digestibility and effects of whole cottonseed fed to lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 64: 2209.
102. SMITH, W.A.; B. HARRIS Jr.; H.H. VAN HORN; C.J. WILCOX, 1993. Effects of forage type on production of dairy cows supplemented with whole cottonseed, tallow, and yeast. *J. Dairy Sci.*, 76: 205.
103. STERN, M.D.; G.A. VARGA; J.H. CLARK; J.L. FIRKINS; J.T. HUBER; D.L. PALMQUIST, 1994. Evaluation of chemical and physical properties of feeds that affect protein metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.*, 77: 2762.
104. STERN, M.D.; K.A. SANTOS; L.D. SATTER, 1985. Protein degradation in the rumen and amino acid absorption in the small intestine of lactating dairy cattle fed heat treated whole soybeans. *J. Dairy Sci.*, 68: 45.
105. SULLIVAN, J.L.; J.T. HUBER; J.M. HARPER, 1993. Performance of dairy cows fed short staple, pima, and cracked pima cottonseed and feed characteristics. *J. Dairy Sci.*, 76: 3555.
106. TANGO, J.S.; I.J. G.PAPP; I. SHIROSE; J.B. FIGUEIREDO, 1973/74. Observações sobre a variabilidade de algumas características químicas do caroço e óleo de variedades de algodão no Estado de São Paulo. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*. São Paulo, 5: 321.
107. TICE, E.M.; M.L. EASTRIDGE; J.L. FIRKINS, 1993. Raw soybeans and roasted soybeans of different particle sizes. 1. Digestibility and utilization by lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 76: 224.
108. TICE, E.M.; M.L. EASTRIDGE; J.L. FIRKINS, 1994. Raw soybeans and roasted soybeans of different particle sizes. 2. Fatty acid utilization by lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 77: 166.
109. UTLEY, P.R. & R.E. HELLWIG, 1985. Feeding value of peanut skins added to bermudagrass pellets and fed to growing beef calves. *J. Animal Sci.*, 60: 329.
110. VOSS, V.L.; D. STEHR, L.D. SATTER; G.A. BRODERICK, 1988. Feeding lactating dairy cows proteins resistant to ruminal degradation. *J. Dairy Sci.*, 71: 2428.
111. WAGNER, D.G.; J.K. LOOSLI; H.F. HINTZ; R.G. WARNER, 1965. Value of soybean flakes for milk production. *J. Dairy Sci.*, 48: 553.
112. WEIDNER, S.J. & R.J. GRANT, 1994a. Soyhulls as a replacement for forage fiber in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 77: 513.
113. WEIDNER, S.J. & R.J. GRANT, 1994b. Altered ruminal mat consistency by high percentages of soybean hulls fed to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 77: 522.
114. WEST, J.W.; G.M. HILL; P.R. UTLEY, 1993. Peanut skins as a feed ingredient for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 76: 590.

115. WILKS, D.L.; C.E. COPPOCK; K.N. BROOKS; C.E. GATES, 1991. Effects of differences in starch content of diets with whole cottonseed or rice bran on milk casein. *J. Dairy Sci.*, 74: 1314
116. WINDSCHITL, P.M. & M.D. STERN, 1988. Evaluation of calcium lignosulfonate-treated soybean meal as a source of rumen protected protein for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 71: 3310.
117. WRIGHT, P.L., 1971. Body weight gain and wool growth response to formaldehyde-treated casein and sulfur amino acids. *J. Anim. Sci.*, 33: 137.
118. YONG, K.K.; D.J. SCHINGOETHE; D.P. CASPER; F.C. LUDENS, 1993. Supplemental dietary fat from extruded soybeans and calcium soaps of fatty acids for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 76: 197.