



UTILIZAÇÃO DE COPRODUTOS DA MAMONA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Magno José Duarte Cândido¹
Marco Aurélio Delmondes Bomfim²
Liv Soares Severino³
Suelem Zíngara Roza de Oliveira⁴

INTRODUÇÃO

Na criação intensiva de ruminantes, os gastos com alimentação representam um dos principais componentes do custo de produção, podendo oscilar entre 30 a 70% dos custos, dependendo da atividade e tipo de exploração. A busca de alimentos alternativos e de baixo valor comercial, como os resíduos e subprodutos agrícolas, representa uma forma de minimizar os gastos com alimentação. Dentre os vários fatores a serem considerados na escolha de um material a ser utilizado na alimentação de ruminantes, destacam-se os seguintes: a quantidade disponível; a proximidade entre a fonte produtora e o local de consumo; as suas características nutricionais; os custos de transporte, condicionamento e armazenagem. A viabilidade da utilização de resíduos e coprodutos agroindustriais como alimentos para ruminantes requer trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, visando à sua caracterização, aplicação de métodos de tratamento, determinação de seu valor nutritivo, além de sistemas de conservação, armazenagem e comercialização.

Com a implantação do projeto de produção de biodiesel no Brasil, baseado na utilização de diversas oleaginosas como fonte de matéria prima, dentre essas, a soja no Centro-Sul, o babaçu e dendê na região Amazônica e a mamona no Semi-árido Brasileiro, grandes áreas deverão ser plantadas, o que terá significativo impacto social com geração de empregos e movimentação da economia de pequenos municípios. Especificamente no caso

¹ Professor do Departamento de Zootecnia/UFC. Pesquisador do CNPq. E-mail: mjdcandido@gmail.com

² Pesquisador da EMBRAPA/Caprinos

³ Pesquisador da EMBRAPA/Algodão

⁴ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará

da mamona apesar de o óleo constituir-se o principal produto de exploração, o aproveitamento e agregação de valor aos coprodutos é fundamental para a viabilidade financeira dos produtores e das indústrias de biodiesel, podendo ainda gerar melhor remuneração aos demais integrantes da cadeia produtiva. Entre os coprodutos, a torta e a casca de mamona precisam de maior atenção, pois têm potencial para se tornarem alimentos alternativos para ruminantes, mas ainda não há tecnologia suficiente para seu aproveitamento com esta finalidade. A casca de mamona representa, em média, 25% do peso do fruto, sendo os 75% restante correspondente ao peso total das sementes (baga).

Considerando atualmente o grande interesse do Brasil na produção de biodiesel a partir do óleo extraído de culturas oleaginosas, como a mamona, é notório o potencial de produção dessas no país, e conseqüentemente geração de seus coprodutos. Algumas pesquisas da década de 70, época áurea da mamona, bem como estudos mais recentes têm demonstrado resultados promissores no uso de coprodutos da mamona na alimentação animal. Esta revisão foi elaborada com o objetivo de discorrer sobre tais resultados, abordando desde as limitações desses coprodutos quanto à toxidez e alergenicidade até as alternativas para superar tais entraves.

IMPORTÂNCIA DA CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL DA MAMONA

A mamona (*Ricinus comunis* L.) é uma oleaginosa pertencente à família Euforbiaceae, que produz sementes ricas em óleo glicídico solúvel em álcool.

O óleo de mamona é matéria-prima para várias aplicações: alimentação, química têxtil, papéis, plásticos e borracha, perfumaria, cosméticos, farmácia, eletroeletrônicos e telecomunicações, tintas e adesivos, lubrificantes, etc. Segundo dados da FAO, em 2004 a Índia foi o maior produtor mundial, com 804 mil toneladas, seguida pela China, com 275 mil toneladas, e o Brasil, que produziu 147,9 mil toneladas no período. A Alemanha e Tailândia são os principais países importadores, tendo sido responsáveis, em 2000, por 91% das importações mundiais da mamona em baga.

Segundo SEVERINO et al. (2006), no contexto nacional a Região Nordeste é a principal produtora de mamona, sendo responsável por mais de 90% da produção Nacional. Entretanto, essa cultura pode ser cultivada em várias regiões do País, encontrando-se

plantios comerciais nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Ambientes com altas precipitações e muito úmidos, como a Amazônia e o Pantanal, não são adequados para o plantio da mamona.

A região Nordeste sempre foi à principal região produtora de mamona no Brasil (Figura 1), com destaque para a Bahia, mais especificamente a microrregião de Irecê. Na safra 2004/2005 o nordeste alcançou uma produção de 143,3 mil toneladas, o Brasil produziu 147,9 mil toneladas, ou seja, o nordeste produziu aproximadamente 97% da safra nacional. A produção baiana para este período foi de 129 mil toneladas, o que significa 87% da produção nacional (AMORIM, 2005).

Segundo BANDEIRA et al. (2004) produção em escala comercial e tradicional da mamona no semi-árido brasileiro, na última década, esta concentrada no estado da Bahia, onde na safra de 2003/2004 foram plantadas mais de 140.000 hectares. A partir da safra de 2001/2002, graças ao grande interesse mundial pelas fontes renováveis de energia, para substituição gradual das fontes minerais originárias do petróleo, tornou evidente um programa nacional de estruturação da cadeia produtiva da mamona nos estados do semi-árido brasileiro.

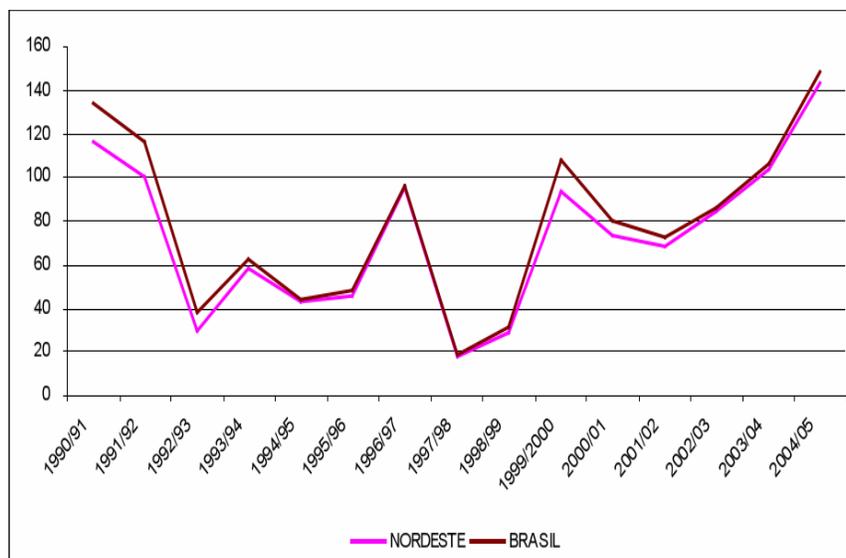


FIGURA 1 - Produção brasileira de mamona em mil toneladas (Fonte: AMORIM, 2005).

A cultura da mamoneira apresenta-se como uma alternativa de grande importância econômica e social ao semi-árido nordestino, pois devido suas características tem capacidade de produzir relativamente bem até em condições de baixa precipitação

pluviométrica, além de apresentar um bom mercado consumidor, pode ser consorciada com outras culturas, tornando-se assim uma excelente opção para a agricultura familiar desta região (BELTRÃO et al., 2003).

Apesar desse grande potencial que a região apresenta para o cultivo da mamona, alguns entraves organizacionais e de mercado ainda precisam ser superados, tais como: reduzida oferta de sementes de cultivares melhoradas geneticamente; utilização por parte dos produtores de sementes impróprias para o plantio; utilização de práticas culturais inadequadas; desorganização do mercado interno tanto para o produtor como para o consumidor final; baixos preços pagos ao produtor agrícola; reduzida oferta de crédito e de assistência técnica ao produtor agrícola; utilização da mesma área para sucessivos plantios da cultura (Kouri et al., 2004).

A mamona apresenta produtividade média variando de 500 a 1.500 kg/ha, cujo percentual de óleo nas sementes de 43 a 45%, permite o rendimento em óleo na ordem de 500 a 900 kg/ha. Vale salientar que apesar de a produção de mamona concentrar-se na região Nordeste, que pode contribuir para o desenvolvimento da região, a produtividade de mamona nesta região, é de 600 kg/ha, e está abaixo da média nacional.

Um dos coprodutos do cultivo da mamona é a sua casca, obtida quando da colheita das sementes para a extração do óleo. Em virtude do potencial de produção decorrente do estímulo à fabricação de biodiesel a partir dessa oleaginosa, principalmente na região Semi-árida do Nordeste brasileiro, haverá alta disponibilidade desse material, que poderá ser aproveitado para geração de energia elétrica (Rangel et al., 2004) e na alimentação de ruminantes.

Segundo Bomfim et al. (2006) a casca de mamona apresenta, em sua composição química-bromatológica, 93,32% de matéria seca, 78,91% de matéria orgânica, 9,20% de proteína bruta, 19,89% de extrato etéreo, 42,45% de fibra em detergente neutro, 29,30% de fibra em detergente ácido, 13,14% de hemicelulose, 6,60% de lignina, 21,50% de celulose, 1,03% de cinza insolúvel e 73,18% de nutrientes digestíveis totais. Na Tabela 1, observa-se uma discrepância de alguns valores da composição da casca de mamona em relação a Bomfim et al. (2006), especialmente no tocante ao extrato etéreo. Essa diferença advém da contaminação da casca com sementes, devido à ineficiência do processo de descascamento,

a qual é variável com o equipamento utilizado e sua manutenção, ocasionando grande variabilidade na composição de um mesmo coproduto em diferentes épocas e situações.

Do resíduo da extração do óleo da mamona por meio de prensagem tem-se a torta, que pode ter diversos usos, como por exemplo, fonte de alimento para ruminantes e não ruminantes, e fonte de aminoácidos para os mais variados fins nutricionais (Bose & Wanderley, 1988). De acordo com Azevedo & Lima (2001) a torta de mamona apresenta elevado teor protéico, e dependendo das condições de cultivo e da semente, para cada tonelada de óleo extraída há a produção de 1,2 toneladas de torta.

Também é geral o farelo de mamona, quando a extração do óleo é realizada por meio de solvente. A principal diferença entre o farelo e a torta de mamona refere-se ao extrato etéreo, o que é mais eficientemente extraído por meio de solvente que por meio de prensagem (Tabela 1).

Tabela 1 - Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina (em % da MS) da torta de mamona tostada (TMT), torta de mamona cozida (TMC), farelo de mamona (FM), farelo de mamona destoxicado (FMD), casca de mamona (CM)

Nutrientes	TMT	TMC	FM	FMD	CM
Matéria seca (%)	91,1	89,4	91,5	89,7	87,1
PB (% MS)	36,3	33,1	44,3	50,9	9,0
EE (% MS)	28,3	5,6	2,9	3,2	4,6
Cinzas (% MS)	6,8	5,3	9,5	11,4	9,7
FDN (% MS)	19,7	43,9	40,2	42,4	67,0
FDA (% MS)	17,5	36,5	32,3	27,4	46,7
Hemicelulose (% MS)	2,1	7,3	7,9	15,0	20,2
Celulose (% MS)	7,0	9,7	7,9	7,8	38,3
Lignina (% MS)	9,2	26,1	22,5	17,9	7,7

Fonte: Gomes (2007).

A torta de mamona produzida atualmente no Brasil, grande parte, destina-se à adubação orgânica, principalmente, para jardinagem, pois além de ser fonte de nitrogênio, fósforo e potássio, age como controladora de nematóides do solo.

Em sua composição, a torta de mamona apresenta, em média, 42,5% de proteína bruta, 20% de fibra e 0,78% de fósforo, entre outros componentes (Moshkin, 1986). Assis et al. (1962) mencionaram teores de 41,2% de proteína bruta, 2,62% de extrato etéreo, 32,84% de

fibra, 7,65% de matéria mineral e 7,91% de extrato não nitrogenado para a torta de mamona.

A utilização da torta de mamona como alimento para animais é feita após sua destoxificação, sendo usada como concentrado protéico em substituição ao algodão e à soja (Naufel et al., 1962; Loureiro, 1962), que normalmente são os ingredientes mais onerosos da dieta.

TOXIDEZ E ALERGENICIDADE DA MAMONA

Há diversos relatos sobre a presença de princípios tóxicos e alergênicos presentes nas partes vegetativas (folhas, caule e raízes), sementes e pólen de mamona.

TOKARNIA et al. (1975) argumentaram com base na sintomatologia observada nos bovinos do seu experimento com folhas de mamona, que o princípio tóxico é diferente da ricina (responsável pela toxidade das sementes) que causa um quadro gastrintestinal.

As folhas da mamoneira podem conter ricinina, alcalóide de baixa toxicidade, mas que pode provocar a morte de animais. (SEVERINO et al., 2006)

O consumo repetido de pequenas quantidades de sementes pode dar imunidade aos bovinos, mas das folhas não (AFONSO e POTT, 2001).

Segundo ANANDAN et al. (2005) das três toxinas presentes na mamona, a ricina é a mais potente e qualquer tentativa de destoxificação da torta deveria abordar principalmente este problema.

Ricina

De acordo com MOSHKIN (1986), FREIRE (2001) argumenta que a ricina é uma potente toxalbumina, quimicamente uma proteína que ocorre no endosperma da semente, sendo totalmente ausente em outras partes da planta mamoneira. Esta toxina é insolúvel em óleo, sendo seu principal modo de ação no organismo de aglutinar células vermelhas, seguida por hemólise intensa. Há evidência de que nas folhas novas (30 dias) são mais tóxicas que as folhas mais velhas (TÁVORA, 1982).

Segundo (TÁVORA, 1982) nos animais domésticos apresentam diferentes graus de sensibilidade a ricina. Em geral a dose letal para mamíferos é de 150 a 200 mg/kg de peso vivo.

Um aspecto interessante da ricina é sua capacidade de induzir imunidade quando administrada repetidas vezes em doses subletais com algum intervalo de tempo (BRITO e TOKARNIA, 1996).

Principais sintomas de envenamento são: paralisia da respiração e sistema vasomotor, cólicas abdominais, diarreia, perda de apetite, aumento do ritmo cardíaco, ausência de coordenação dos movimentos, febre e hemorragia (TÁVORA, 1982).

Ricinina

A ricinina esta presente em todas as partes da mamoneira, é um alcalóide sintetizado ativamente em tecidos jovens, parecendo não ser uma toxina tão potente como a ricina (TÁVORA, 1982). Ela é considerada uma substância de defesa da planta, sintetizada em maior quantidade em situações como danos mecânicos ou alta temperatura (AZEVEDO e BELTRÃO 2007).

De acordo com MOSHKIN (1986) o teor de ricinica varia muito entre partes da planta: 1,3% nas folhas (matéria seca), 2,5% em plântulas estioladas, 0,03 no endosperma da semente e 0,15 na casca da semente.

SEVERINO et al. (2006) diz que sua concentração é alta na cápsula do fruto (de 739 a 1.664 mg/100), média na casca da semente (de 258 a 431 mg/100) e pequena no endosperma (de 31 a 77 mg/100).

Complexo alergênico

Segundo (TÁVORA, 1982) houve a identificação de um complexo de proteínas e polissacarídeos designados CB-1A (“Albuminas 2S”), presente na semente, pólen e partes vegetativas da planta, sendo responsáveis por reações alérgicas no homem, mas não constatada a ocorrência em animais.

O complexo alergênico, apesar de poder resistir à desnaturação térmica só causa problemas pelo contato cutâneo e respiratório de pessoas susceptíveis que manipulam

grandes quantidades da torta de mamona em ambiente fechado, não representando risco de intoxicação na ingestão.

No caso de animais ruminantes (bovinos, ovinos e caprinos) os baixos teores dos aminoácidos lisina e triptofano exibidos pela torta de mamona, não constituem fatores limitantes para sua utilização, uma vez que os microrganismos do rúmen são capazes de sintetizar esses aminoácidos. Isso torna a torta de mamona um alimento promissor na alimentação para ruminantes.

Avaliando a torta de mamona destoxificada (Lex Protéico) na alimentação de vacas leiteiras Miranda et al. (1961), verificaram que o Lex Protéico não causou intoxicação nos animais e os resultados de desempenho foram próximos aos obtidos com a utilização da torta de soja, porém para obtenção de resultados mais conclusivos foi sugerida a condução de ensaios de maior duração.

Bose & Wanderley (1988) testando a torta de mamona destoxificada em mistura com feno de alfafa em diferentes proporções na alimentação de ovinos, observaram que a adição de torta de mamona ao feno de alfafa resultou no aumento dos teores de proteína e de energia digestíveis.

COPRODUTOS DA MAMONA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

No Brasil os grãos são vendidos para a indústria de extração de óleo, as cascas e a torta da mamona normalmente são utilizadas como matéria orgânica para o solo. Porém, estudos estão sendo realizados para uma possível utilização destes coprodutos na alimentação animal.

A semente da mamona, em termos médios é constituída por 65% de amêndoa e 35% de casca; já as sementes de altos rendimentos possuem mais de 70% de amêndoa (MENDES, 2005). As sementes comumente submetidas à extração de óleo apresentam aproximadamente rendimento de 50% de óleo e 50% de torta de mamona.

Existe grande potencialidade para utilização dos resíduos agroindustriais da mamona na alimentação de animais (BANDEIRA et al., 2004).

AFONSO e POTT (2001) em bovinos determinaram como sendo a quantidade letal, 20 g de folhas frescas ou 2 g de sementes por Kg de peso vivo, ou um quarto disso no caso de bezerro.

Segundo SEVERINO et al. (2006), os termos torta e farelo de mamona são empregados em contextos diferentes. Ambos são coprodutos da extração de óleo de mamona, sendo a torta o coproduto do processamento mecânico de extração ou prensagem, que possui quantidade significativa de óleo (entre 7% e 12%); ao passo que o farelo é o coproduto da extração pelo processo químico com solvente, que possui teor de óleo muito pequeno (cerca de 1%).

Semente de mamona

A letalidade causada pela intoxicação com sementes de mamona é variável com a espécie animal (Tabela 2). BRITO e TOKARNIA (1996) trabalhando com intoxicação experimental de coelhos com sementes trituradas de *Ricinus communis*, administradas em doses únicas (0,5, 1 ou 2 g/kg) por sonda intragástrica, concluíram que quanto maior a dose mais grave os sintomas de intoxicação, principalmente as perturbações digestivas, podendo levar a óbito de acordo com a sensibilidade de cada animal a toxidez das sementes.

TOKARNIA e DÖBEREINER (1997) ao trabalharem com imunidade cruzada de sementes de *Abrus precatorius* (jiquirite) e *Ricinus communis* (mamona) em bovinos, concluíram que bovinos imunizados contra a ação tóxica das sementes de *A. precatorius* são resistentes a ação tóxica das sementes de *R. communis*, mas o contrário não ocorre.

TABELA 2 - Doses letais de ingestão de sementes de mamona para diversos animais domésticos

Espécie Animal	Dose Letal (g de semente/kg de peso vivo)
Eqüino	0,1
Bovino	2,0
Suíno	1,4
Ovino	1,2
Caprino	5,5
Coelho	1,0
Ganso	0,4
Galinha	14,0

Fonte: Weiss (1971) citado por Távora (1982).

Óleo de mamona

MAIA et al. (2007) avaliando o efeito de fontes de óleo de Licuri (3 e 5%) e Mamona (3 e 5%) nas dietas sobre a produção e composição do leite de cabras mestiças Moxotó, concluíram que a suplementação com óleo de mamona diminuiu a quantidade de gordura e de sólidos totais, no entanto, houve aumento do teor de lactose do leite.

O óleo de mamona não causa toxidez nem alergia, pois as substâncias causadoras destes transtornos são insolúveis no óleo, estando presente exclusivamente no resíduo de extração (torta ou farelo). Tendo efeito laxativo, pode causar efeitos desagradáveis se for ingerido por animais ou humanos (SEVERINO et al. 2006).

Cabras leiteiras alimentadas com dietas com óleo de mamona (3 e 5%), apresentaram leites com alterações nas características sensoriais (odor e sabor), podendo tornar o produto pouco palatável aos consumidores (PEREIRA, et al., 2007).

Torta de mamona

Após a extração do óleo, o mais tradicional e importante coproduto da mamona é a torta. Por ser um produto tóxico, não se presta à alimentação animal. No entanto, por ter alto teor protéico e de fibra (Tabela 3), processos de inativação da toxidade e alergenicidade estão sendo desenvolvidos para torná-la apropriada ao uso em rações animais (AZEVEDO e BELTRÃO, 2007). Como se trata de processos bastante complexos e de alto custo, as usinas preferem vender a torta apenas como fertilizante.

Tabela 3 - Composição da torta de mamona destoxificada em percentagem

Nutriente	Autores	
	Walter e Negi (1958)	Severino et al. (2006)
Matéria seca	97,26	97,26
Umidade	-	-
Proteína	41,07	41,07
Fibra	37,49	37,49
Óleo	1,34	1,34
Cinza	4,30	4,3
Extrato não nitrogenado	-	-
Cálcio	0,35	0,35
Fósforo	0,43	0,43

A presença de resíduos de óleo em teor elevado pode também ser considerada um fator antinutricional na torta (AZEVEDO e BELTRÃO, 2007). Após destoxificação poderá ser direcionada para uso rotineiro na alimentação de ruminantes e de outras criações como piscicultura e avicultura (BANDEIRA et al., 2004).

Segundo (TÁVORA,1982) a torta de mamona pode ser utilizada após destoxificação como concentrado protéico no arraçamento de animais domésticos, principalmente bovinos. Este fato confere à baga de mamona um substancial aumento de preço, pois a torta anteriormente vendida a baixo custo, sendo empregada como adubo orgânico, pode ter destinação mais nobre ao ser utilizada na alimentação animal.

A torta de mamona é um produto com elevado teor de proteínas, produzido na proporção aproximada de 1,2 toneladas para cada tonelada de óleo extraído (LOUREIRO, 1962; TÁVORA, 1982; SEVERINO, 2005) o que corresponde a 55% do peso das sementes, valor que pode variar de acordo com o teor de óleo das sementes e do processo industrial de extração do óleo.

SEVERINO (2005), diz que o teor de aminoácidos essenciais (lisina e triptofano) é muito menor na torta de mamona que na torta de soja, fazendo com que a torta de mamona não possa ser utilizada como única fonte protéica na alimentação de animais monogástricos (cavalo, suíno, aves, peixes). Por outro lado, para animais ruminantes, esse alimento pode ser uma boa fonte de nutrientes, uma vez que a maior parte da proteína utilizada por estes animais vem da proteína microbiana sintetizada no rúmen, podendo ser utilizadas fontes protéicas de dietas pobres em aminoácidos essenciais.

SEVERINO et al. (2006) argumentam que o cheiro da torta de mamona pode atrair animais domésticos e silvestres, e sobre a possibilidade de intoxicação de cães e gatos com a torta utilizada para adubar jardins e vasos, provocando freqüentemente a intoxicação dos animais que a ingerem.

WALTER e NEGI (1958), afirmaram que a toxicidade da torta de mamona deve-se a uma proteína extremamente tóxica (Ricina), a um alcalóide ligeiramente tóxico (Ricinina) e a uma fração alergênica (completo proteína/polissacarídeo). Segundo BANDEIRA et al. (2004) ainda continua sendo um grande desafio para pesquisadores da área de nutrição animal, um processo de destoxificação com viabilidade econômica..

De acordo com SEVERINO (2005) a transformação da torta de mamona em um produto atóxico que possa ser usado para alimentação animal já vem há muito tempo despertando a atenção de diversos pesquisadores no mundo, tendo-se obtido alguns resultados satisfatórios. Embora alguns passos tecnológicos ainda necessitem serem desenvolvidos para que o produto possa tornar-se economicamente viável. Muitos processos para destoxificação já foram testados e alguns patenteados em diversos países.

Conforme PERRONE et al. (1965), na década de 60, a “Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro S.A. – SANBRA” iniciou a produção de uma torta de mamona destoxificada denominada Lex Protéico. Daí, algumas pesquisas com alimentação animal foram realizados no Brasil, sendo obtido resultados satisfatórios com o uso desse coproduto da mamona. Devido ser protegido por patente, o processo utilizado pela SANBRA não foi divulgado (BANDEIRA et al., 2004). O uso do Lex Protéico em diversos experimentos confirma a eficiência na eliminação da toxidez, porém outros trabalhos mostraram a presença de alérgenos. Não foram encontrados relatos na literatura sobre a razão do Lex protéico não ter sido produzido e comercializado (SEVERINO, 2005).

De acordo com SEVERINO (2005), em 1985 a UNIDO (United Nations Industrial Development Organization) em parceria com a “Texas A&M University” conduziram um grande projeto com o objetivo de tornar viável um processo industrial conjugado para destoxificação e desalergenização da torta de mamona, tendo em vista a economicidade e viabilidade técnica, sem prejuízo significativo do valor nutricional, de forma que fosse aplicável como alimento animal.

O projeto teve sucesso e em 1988 foi apresentado um processo para produzir a torta de mamona destoxificada e livre de alérgenos, no qual se utilizou um extrusor para aumentar a temperatura e a pressão e promover um processo contínuo, sendo a torta misturada com hidróxido de cálcio e água. Embora o projeto tenha sido relatado como bem sucedido, por razões desconhecidas até o presente, às indústrias de óleo de mamona ainda não realizam a destoxificação e desalergenização da torta de mamona (SEVERINO, 2005).

Experimentos utilizando a torta de mamona destoxificada na alimentação de aves mostraram que quando administrada em excesso a 15% da ração, determina redução no crescimento e aumenta a mortalidade em até 30%. Crescimento satisfatório foi observado quando a torta foi utilizada em percentagens variando de 2,5 a 10%. Já em suínos o uso da

torta de mamona destoxificada revela resultados negativos quando comparados com torta de amendoim e soja (TÁVORA, 1982).

Segundo SEVERINO (2005), a partir da década de 80 não se encontra relatos na literatura de pesquisas com o uso da torta de mamona para alimentação animal no Brasil. É provável que a torta de mamona destoxificada tenha se tornado pouco competitiva em relação à torta de algodão que estava disponível em grande quantidade e que tinha custo relativamente menor por não precisar ser submetida ao processo de destoxificação. Nos anos seguintes, a produção brasileira de mamona declinou acentuadamente e a quantidade de torta disponível deixou de ser uma das importantes alternativas para alimentação animal, o que provavelmente deixou de atrair a atenção de pesquisadores.

Segundo BRAGA (1970) citado por TÁVORA (1982), é comum o uso de torta de mamona na formulação de ração de bovino nas principais bacias leiteiras do Estado do Ceará, e que a torta de mamona destoxificada pode substituir totalmente a torta de algodão em rações na engorda de bovinos.

ANANDAN et al. (2005) trabalhando com diferentes tratamentos químicos e físicos para destoxificação da ricina na torta de mamona, obtiveram resultados de 100% de eliminação desta com os tratamentos de autoclavagem a 15 psi por 60 minutos e outro com uma solução (3 g/mL) de hidróxido de cálcio misturado à torta de mamona na proporção de 40 g/Kg, deixado em repouso durante a noite (8 hs.), sendo as amostras, usadas para análises após secagem ao sol. Os resultados de 100% de destoxificação foram confirmados pelo estudo da eletroforese em gel de poliacrilamida, onde as bandas correspondentes à ricina não estavam visíveis, implicando completa destruição.

SEVERINO (2005), afirma que os maiores entraves para agregação de valor da torta da mamona são a inexistência de processos industriais de custo aceitável, a viabilidade operacional e a comprovação de eficácia na destoxificação e desalergenização, além de tecnologia para acompanhamento da segurança do produto.

A torta de mamona não é apropriada para a criação de minhocas por causa da alta toxidez da ricina, que as mata. Depois de passar pelo processo de destoxificação, a torta poderá ser utilizada para este fim (SEVERINO et al., 2006).

Farelo de mamona

O farelo de mamona é o resíduo da extração de óleo por meio de solvente, tendo sido inicialmente produzido no Brasil pela Sociedade Algodoeira do Nordeste (SANBRA), sob a desinência de Lex protéico (LOUREIRO, 1962).

Segundo NAUFEL et al (1962) ao estudarem o efeito da administração do farelo de torta de mamona destoxificado em comparação com o farelo de soja e de algodão na dieta de vacas em lactação por 84 dias experimentais. As dietas foram as seguintes: 1) farelo de soja (30%) + milho desintegrado (70%); 2) farelo de torta de mamona destoxificada (50%) + milho desintegrado (50%) e 3) farelo de algodão (45%) + milho desintegrado (55%). Concluíram que pelo menos em período curto como no presente experimento, o farelo de torta de mamona destoxificado pode ser utilizado como fonte protéica, em igualdade de condições aos farelos de soja e algodão, na alimentação de vacas leiteiras. Os animais mantiveram-se em bom estado geral e em nível satisfatório de produção.

ASSIS et al (1962) estudaram a possibilidade do emprego do farelo de torta de mamona destoxificado em substituição parcial torta de algodão, em rações para vacas leiteiras, com duração experimental de 84 dias. Ração A: 100% torta de algodão e ração B: 80% de torta de algodão + 20% de farelo de torta de mamona destoxificado. Não obtiveram diferença entre as rações testadas com relação à produção de leite e variação de peso vivo e que apesar do consumo elevado das rações, não houve quaisquer alterações na saúde dos animais, aspecto considerado favorável no que diz respeito à aceitabilidade e inocuidade dos farelos experimentais.

BOSE e WANDERLEY (1988) estudaram farelo de mamona destoxificado em mistura com feno de alfafa em diferentes proporções para alimentação de ovinos e concluíram que a adição do farelo de mamona ao feno de alfafa traz benefícios, aumentando a digestibilidade das proteínas e da energia, sem qualquer relato a problemas com intoxicação dos animais. Não houve perda de peso.

ROBB e LABEN (1973) ao trabalharem alimentando gado leiteiro lactante com farelo de mamona comercialmente destoxificado da ricina, avaliaram a possibilidade de transferência de toxinas do farelo de mamona para o leite e puderam concluir que nenhum resíduo foi encontrado no músculo de ratos e bezerros que se alimentaram deste leite,

porém estes resultados não são tão confiáveis, uma vez que eram poucas as unidades experimentais (10 vacas).

Tabela 3 - Composição do farelo de mamona destoxificado em percentagem

Constituintes	Autores	
	Bose e Wanderley (1988)	Naufel et al (1962)
Matéria seca	100	
Umidade	-	12,21
Proteína	39,82	29,07
Fibra	28,48	23,46
Óleo	1,58	1,97
Cinza	6,31	6,46
Extrato não nitrogenado	23,81	26,83

Os diferentes valores encontrados nas análises bromatológicas podem ser explicados pelos diferentes processos de extração de óleo e/ou pela utilização de genótipos distintos de mamona, entre outros.

Robb et al. (1973), investigando o uso do farelo de mamona na dieta de vacas leiteiras relataram que o teor de ácidos graxos hidroxílicos das dietas contendo farelo de mamona foi de 2,0%, contra 0,9% no leite das vacas alimentadas com a dieta controle (sem farelo de mamona). A composição do leite foi ligeiramente modificada pela presença do farelo de mamona, mas o teor de ácido ricinoléico e seus isômeros foi praticamente o mesmo em todas as dietas. Concluíram então que o farelo de mamona pode ser usado como suplemento protéico para vacas leiteiras. No entanto, há ainda que se investigar possíveis riscos da transferência de ricinina para o leite.

Briss et al. (1969) avaliaram o desempenho de novilhos alimentados com dietas contendo farelo e casca de mamona. Apesar da redução na conversão alimentar dos animais causada pela presença da casca reduzindo a densidade energética da dieta com torta de mamona, os autores concluíram que a torta de mamona contaminada com 10% de casca poderia ser utilizada em até 6% da matéria seca da dieta dos novilhos, além de 0,5% de óleo de mamona.

Casca de mamona

Após a secagem ao sol, as cascas da mamona não possuem mais substâncias tóxicas que impeçam sua adição à ração de animais. Deve-se ter cuidado para que não haja fragmentos da semente misturados à casca, pois estes podem ter substâncias tóxicas capazes de prejudicarem os animais. A casca é classificada como alimento volumoso, mas não tem grande valor nutritivo quanto à composição mineral (SEVERINO et al., 2006).

SANTOS et al. (2007) estudaram a substituição do feno de tifton pela casca de mamona como alimento volumoso (33, 66, 100%) durante 84 dias e observaram que a casca de mamona pode ser utilizada na dieta de cabra leiteiras como alimento volumoso alternativo substituindo o feno de capim tifton sem qualquer prejuízo na produção e na composição físico-química do leite. Porém é necessário investigar a razão para a redução na produção e no teor de gordura do leite com níveis mais altos de substituição.

A composição químico-bromatológica da casca de mamona é decorrente da participação de partes de sementes, que representavam 13% do seu peso em matéria natural. Esta presença é positiva na medida em que contribui para melhorar o valor nutritivo deste alimento, mas sugere cautela pela possibilidade de intoxicação em função da presença da ricina na amêndoa da mamona. De modo geral, os níveis crescentes de inclusão da casca na ração promoveram depressão no consumo, provavelmente pelo efeito de enchimento causado pelo elevado teor de fibra desse material (Tabela 4) e pela menor digestibilidade da sua fibra.

TABELA 4. Composição químico-bromatológica da casca de mamona

Nutriente	Valor
Matéria seca (%)	93,32
Matéria orgânica (% da matéria seca)	78,91
Proteína bruta (% da matéria seca)	9,2
Extrato etéreo (% da matéria seca)	19,89
Fibra em detergente neutro (% da matéria seca)	42,45
Nutrientes digestíveis totais (% da matéria seca)	73,18
Hemicelulose (% da matéria seca)	13,14
Fibra em detergente ácido (% da matéria seca)	29,30
Lignina (% da matéria seca)	6,60
Celulose (% da matéria seca)	21,50
Cinza insolúvel (% da matéria seca)	1,03

Fonte: BOMFIM et al. (2006)

Com relação à presença de sementes na casca e seus possíveis riscos, os autores mencionaram que apesar do nível de óleo ter sido mantido em patamares que não afetam a digestão de animais ruminantes, o tipo de ácido graxo presente pode ter influenciado nestas respostas. O efeito negativo do óleo sobre a digestão da fibra em ruminantes é dependente da ionização do oxigênio da carboxila livre dos ácidos graxos após a hidrólise do triacilglicerol no rúmen. No caso do óleo de mamona a maior parte dos ácidos graxos é do tipo ricinoléico, que apresenta, além da carboxila, uma hidroxila no carbono 10 da molécula que deve ter seu oxigênio ionizado também ao entrar no rúmen. Estes dois grupamentos ionizados podem potencializar o efeito negativo do óleo sobre a população microbiana no rúmen, reduzindo a digestibilidade da fibra, mesmo em níveis moderados de inclusão. Este efeito foi demonstrado por Eifert et al. (2006), quando comparou a digestibilidade “in vitro” da fibra de uma gramínea na presença de óleo de soja ou óleo de mamona. A substituição do milho pela casca de mamona aumentou a digestibilidade do extrato etéreo das dietas. Esta observação pode estar relacionada ao tipo de lipídio da dieta, uma vez que com a redução na participação da casca de mamona, houve uma maior participação relativa do extrato etéreo do feno de capim-tifton, o qual apresenta menor digestibilidade (Van Soest, 1994). Apesar de ter havido redução no consumo de matéria seca e na digestibilidade da matéria orgânica das dietas com maior participação de casca de mamona, o maior teor de óleo nestas, pode ter exercido um efeito compensatório, resultando em valores semelhantes para esta variável. Uma constatação importante é que apesar de ter havido 13% de sementes na casca de mamona, não foi observado qualquer sintoma de intoxicação nos animais. Finalmente, Bomfim et al. (2006) recomendaram a inclusão de até 15% (com base na matéria seca) de casca de mamona enriquecida com 13% de sementes na dieta de ovinos.

Para cada tonelada de sementes de mamona processadas, são geradas 620 kg de casca, o que implica que somente no ano de 2005, a produção estimada deste coproduto tenha sido de 130 mil toneladas (SEVERINO, 2005)

Folha de mamona

As folhas servem de alimento para o bicho da seda e misturadas a forragem aumentam a secreção láctea das vacas (LOUREIRO, 1962).

TOKARNIA et al. (1975) trabalhando com intoxicação experimental de bovinos pelas folhas de *Ricinus communis*, em dois estados (Rio de Janeiro e Ceará), onde utilizaram folhas verdes recém-colhidas, folhas murchas quentes e folhas dessecadas, não encontraram diferença de toxidez entre as folhas uma vez que todas revelaram tóxicas. O principal sintoma de intoxicação nos bovinos pelas folhas é de ordem neuromuscular, revelando que outro princípio tóxico, que não a ricina foi quem causou esta sintomatologia. Houve indícios de que alguns animais desenvolveram pequena tolerância à ingestão de folhas.

A administração de folhas frescas ou do pericarpo do fruto de *R. communis* a bovinos imunizados contra ação das sementes desta planta, tiveram o mesmo efeito tóxico que em animais não imunizados, demonstrando que a imunidade conferida pela ricina não inibe a ação da ricinina, o princípio tóxico da folhas e do pericarpo (TOKARNIA e DÖBEREINER, 1997).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os coprodutos da mamona apresentam potencial para uso na alimentação animal. A torta e o farelo apresentam valor nutritivo superior ao da casca de mamona, no entanto, apresentam maior risco de toxidez e alergenicidade. Esse risco precisa ser melhor investigado, inclusive porque parece haver variação quanto às variedades de mamona utilizadas e ao método de extração do óleo. De qualquer maneira, nos casos em que a toxidez está presente no coproduto gerado (farelo ou torta) há a necessidade de se desenvolverem métodos de destoxificação apropriados para uma escala industrial de produto e outros acessíveis ao pequeno produtor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, E.; POTT, A. **Plantas no Pantanal tóxicas para bovinos**. Brasília: Embrapa Informacao Tecnologica, p. 32-33, 2001.

AMORIM, P. Q. R. **Perspectiva histórica da cadeia da mamona e a introdução da produção de biodiesel no semi-árido Brasileiro sob o enfoque da teoria dos custos de transação**. 2005. 95p. Monografia de graduação – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

ANANDAN, S; ANIL KUMAR, G. K.; GHOSH, J; et al. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, 120 (1-2), pp. 159-168, 2005.

ASSIS, F. P.; NAUFEL, F.; ROCHA, G. M. et al. Emprego do farelo de torta de mamona atoxicada em rações para vacas leiteiras. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 20, p. 39-45, 1962.

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona do Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. 350p. il.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 506 p.

BANDEIRA, D. A.; CARTAXO, W. V.; BELTRÃO, N. E. M. et al. Resíduos industrial da mamona como fonte alternativa na alimentação animal. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 1., 2004, Campina Grande. Energia e sustentabilidade - **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. s.p.

BELTRÃO, N. E. M.; MELO, F.B.; CARDOSO, G. D.; SEVERINO, L. S. **Mamona: Árvore do Conhecimento e Sistemas de Produção para o Semi-árido Brasileiro**. Campina Grande, PB: MAPA, 2003. 19 p.

BOMFIM, M.A.D., SEVERINO, L.S., CAVALCANTE, A.C.R. et al. Avaliação da casca de mamona na alimentação de ovinos. In: IV Congresso Nordestino de Produção Animal, 936-939, Petrolina-PE, 2006.

BOSE, M.L.V.; WANDERLEY, R.C. Digestibilidade e balanço metabólico da fração nitrogenada do farelo de mamona desintoxicado e de feno de alfafa em ovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.17, n.5, p.456-464, 1988.

BRIS, E.J.; ALGEO, J.W.; HIBBITS, A.G. et al. Castor bean by-products for fattening. **J Anim Sci** 1969. 28:853-870. p.856.

BRITO, M. F.; TOKARNIA, C. H. Intoxicação experimental pelas sementes trituradas de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) em coelhos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 16, n. 4, p. 00-00, 1996.

EIFERT, E. C. ; Santos, P. P. ; LEITE, Laudi Cunha ; LANNA, Dante Pazzanese Duarte ; BOMFIM, M. A. B. . Efeito de doses de óleo de mamona sobre a digestibilidade in vitro do capim elefante. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa : Sociedade Brasileira de Zootecnia.

FREIRE, R.M.M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D.M. de P.; LIMA, E.L. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001.

p.295-335.

GOMES, F.H.T. Composição químico-bromatológica e degradação *in situ* de nutrientes coprodutos da mamona e do pinhão-manso da cadeia produtiva do biodiesel. 2007, 50p. Monografia (graduação em Agronomia). Universidade Federal do Ceará.

KOURI, J; SANTOS, R.F.;SANTOS, J.W. Evolução da cultura da mamona no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 1., 2004, Campina Grande. Energia e sustentabilidade - **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. s.p.

LOUREIRO, M.C. Torta de semente da mamoneira na alimentação animal. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 11. n. 66. p. 290-294, 1962.

MAIA, M. O.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MEDEIROS, A. N. et al. Produção de composição química do leite de cabras mestiças moxotó suplementadas com óleo de licuri ou mamona. In : III Simpósio Internacional sobre caprinos e ovinos de corte, 3, 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa.

MENDES, R. A. **Diagnóstico, Análise de Governança e Proposição de Gestão para a Cadeia Produtiva do Biodiesel da Mamona (CP/BDM): o Caso do Ceará.** 2005. 5p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de transportes). Universidade Federal do Ceará-UFC.

MIRANDA, R. M.; BARREIRA, H. A.; FARIA, E. V. et al. **O farelo de mamona destoxicado na alimentação de novilhas leiteiras.** Rio de Janeiro: Instituto de Zootecnia, 1961. 12p. (Publicação no 41).

MOSHKIN, V. A. **Castor.** New Delhi: Amerind Publishing, 1986. 315p.

NAUFEL, F.; ASSIS, F. P.; REZENDE, M. L. R. et al. Efeitos comparativos da administração de farelos de torta de mamona atoxicada, de soja e de algodão na dieta de vacas em lactação. **Boletim da indústria Animal**, Nova Odessa, v. 20, p. 47-53, 1962.

PEREIRA, R.A.G., MEDEIROS, A.N., QUEIROGA, R.C.R.E. et al. Aceitabilidade do leite de cabras moxotó alimentadas com dietas adicionadas de óleos vegetais. In : III Simpósio Internacional sobre caprinos e ovinos de corte, 3, 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa.

PERRONE, J. C.; IACHAN, A.; DOMONT, G. B. et al. **Contribuição ao estudo da torta de mamona.** Rio de Janeiro: Departamento de Imprensa Nacional, 1965. 51 p.

RANGEL, L. P.; PERES, S.; CASTELLETTI, C. E. M. et al. Estudo da viabilidade técnica para geração de energia elétrica a partir dos resíduos da mamona. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-Algodão, 2004. (cd-rom).

ROBB, J.G.; LABEN, R.C.; WALKER, H.G. et al. Castor Meal in Dairy Rations. **Journal of dairy science**, v.57, n.4, p. 443-450, 1973.

SANTOS, S.F., CÂNDIDO, M.J.D., BOMFIM, M.A.D. et al. Efeito da inclusão de casca de mamona na dieta de cabras leiteiras sobre a produção e a composição físico-química do leite. In : III Simpósio Internacional sobre caprinos e ovinos de corte, 3, 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa.

SEVERINO, L.S. **O que sabemos sobre a Torta de mamona**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005, 31p. (Documento 134).

SEVERINO, L. S.; MILANI, M.; BELTRÃO, N. E. M. **Mamona: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE), 1982. 111p.

TOKARNIA, C. H.; DÖBERREINER, J. Imunidade cruzada pelas sementes de *Abrus precatorius* e *Ricinus communis* em bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 17, n. 1, p. 25-35, 1997.

TOKARNIA, C. H.; DÖBERREINER, J.; CANELLA, C. F. C. Intoxicação experimental em bovinos pelas folhas de *Ricinus communis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 1-7, 1975.

Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ythaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

WALTER, G. R.; NEGI, S. S. Isolation of ricin, ricinine, and the allergenic fraction from castor seed pomace from two different Sources. **The Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 38, n. 5, p. 409-412, 1958.