

Foto: Daniela Collares



## Uso Potencial e Toxidez da Torta de Pinhão-mansô

Simone Mendonça<sup>1</sup>  
Bruno Galvêas Laviola<sup>2</sup>

### Resumo

A expansão do cultivo do pinhão-mansô é crescente, e vai de encontro com a necessidade do uso de fontes alternativas de óleo para a produção de biodiesel. O aproveitamento da torta de pinhão mansô para a ração animal, da mesma forma como ocorre para o farelo de soja, geraria importante renda e viabilizaria economicamente a cultura. A torta, no entanto, possui diversos compostos tóxicos/antinutricionais, que devem ser mais bem conhecidos, tanto para questões de saúde pública quanto para que processos de destruição dos mesmos possam ser racionalmente desenvolvidos. É o objetivo, aqui, esclarecer que o principal componente tóxico trata-se de um grupo de substâncias chamado de ésteres de forbol, apresentar um levantamento dos casos de intoxicação pela planta e seu tratamento atual, esclarecimentos sobre cuidados na manipulação da planta, seu óleo e co-produtos Além disso, apresenta quais os tratamento para destoxificação da torta de pinhão-mansô visando o uso em ração

animal e que estratégias da Embrapa para este fim.

**Palavras-chave:** Biodiesel; *Jatropha curcas* L.; nutrição animal; toxidez.

### Introdução

O Pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.) é uma das oleaginosas potenciais para o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, com perspectivas de apresentar alta produção grãos e de óleo vegetal por unidade de área. A espécie vem sendo amplamente adotada em diversas regiões do Brasil, principalmente Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Acredita-se, que já tenham mais de 30 mil hectares implantados com a cultura, com potencial de produção de mais de 90 mil toneladas de grãos/ano, considerando os plantios no estágio adulto, o que geraria na extração do óleo uma produção de aproximadamente 58,5 mil toneladas/ano de torta.

A torta, resultante da extração do óleo das sementes de pinhão-mansô, constitui excelente

<sup>1</sup> Farmacêutica-Bioquímica, Doutora em Saúde Pública/Nutrição, pesquisadora da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, [simone.mendonca@embrapa.br](mailto:simone.mendonca@embrapa.br).

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília-DF, [bruno.laviola@embrapa.br](mailto:bruno.laviola@embrapa.br).

adubo orgânico, rico em nitrogênio, fósforo e potássio. Poder-se-ia dar esta destinação às cascas dos frutos e das sementes, aproveitando a torta rica em proteína (46-63%, dependendo do método de extração do óleo) como suplemento protéico altamente nutritivo na ração de ruminantes de pequeno e grande porte. No entanto, isto está impossibilitado devido à presença de fatores limitantes tóxicos, alergênicos e antinutricionais.

## Toxidez do Pinhão-manso

Diversos estudos com animais, ruminantes (bovinos e caprinos) ou não (camundongos, ratos, frangos, peixe, humanos), demonstraram que as sementes são tóxicas. Como apresentado no Quadro 1, em ruminantes foram testadas doses agudas de 2,5g sementes/Kg de peso do animal/dia e crônicas 0,025g sementes/Kg de peso do animal/dia por 14 dias e, que levaram todos os animais à morte. Os primeiros sinais foram de diarreia, dispnéia, desidratação e perda de condição geral, associados com alguns achados patológicos.

Em humanos, só há relatos de intoxicação aguda, por ingestão ou contato com as sementes e látex

(cutânea e olhos), sendo que não há relatos de efeitos nas vias respiratórias. Segundo a Gerencia Geral de Toxicologia da Agencia Nacional de Vigilância Sanitária, julho a outubro/2008 ocorreram de 38 casos de intoxicação por pinhão-manso, dos 170 registrados para plantas tóxicas. Estes casos foram registrados principalmente em Niterói (20) Brasília (12), e Belém (3), no entanto, a ANVISA não inclui nestes de dados de todo o território brasileiro. Neste levantamento estavam dados dos centros de intoxicação das seguintes cidades: Botucatu, Campinas e São Paulo-SP, Niterói-RJ, Vitória-ES, Belo Horizonte-MG Curitiba e Londrina-PR, Florianópolis-SC, Campo Grande-MS, Goiânia-GO, Recife-PE, Manaus- AM, Belém-PA. Por sua freqüência, principalmente envolvendo crianças (90% dos casos registrados), o pinhão-manso foi uma das 16 plantas escolhidas para constar no Cartaz de Plantas Tóxicas no Brasil pelo Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas – SINITOX (Fiocruz). Verificou-se que 60% das intoxicações são relatadas no ambiente domiciliar. Sobre as formas de intoxicação, cinco casos relataram sintomatologia cutânea, três casos sintomatologia ocular, e trinta e duas no sistema digestório (84% dos casos).

**Quadro 1.** Efeitos tóxicos do pinhão manso em várias espécies animais em diferentes doses.

Animal	Dose e Efeito	Efeito/Sintomas	Publicação
<b>Bovinos</b>	0,25g-1,0g/kg de peso uma vez 0,025g/kg de peso durante 14 dias	100% morte em 19 hs Morte em 10-14 dias. Diarreia, dispnéia, desidratação, etc.	Ahmed e Adam (1979a)
<b>Ovinos e Caprinos</b>	0,05-0,5-0,1g/kg de peso/dia	Diarreia, dispnéia, desidratação, inapetência, etc.	Ahmed e Adam (1979b)
<b>Frango</b>	Dieta contendo 0,5% de semente de Pinhão	Alta mortalidade	El-Badwi et al. (1992)
<b>Carpas</b>	Peso semente: 0,7-0,9 g (0,7 a 1,5mg de Ester de forbol) 0,03-0,07 mg EF/g de ração	Perda de Peso que não recuperou (doses baixas), doses altas recusa alimentar-se, muco nas fezes	Becker e Makkar (1998)

\*EF = ésteres de forbol

Em geral, as intoxicações não são graves (não levam a óbito), devido à ingestão de sementes, e os sintomas são relacionados com a irritação gastrointestinal devido à inflamação aguda provocada pelo pinhão-manso. A sintomatologia inicia-se após a ingestão de pelo menos 2 ou 3 sementes, com ardência na garganta entre 30 minutos a uma hora após a ingestão, vômitos acentuados, dor abdominal intensa, seguida de diarreia importante (algumas vezes com sangue), levando a quadro severo de desidratação, o que pode acarretar espasmos musculares, polidipsia, distúrbios respiratórios, hipotensão. Em casos mais raros, de intoxicação severa, ocorrem efeitos no sistema nervoso central (como o coma) e lesão renal. Não existe antídoto para a intoxicação, sendo recomendada lavagem estomacal caso o tratamento se de logo após a ingestão. A hidratação deve ser enérgica e precoce, e outras medidas de suporte costumam ser eficientes (com uso de antieméticos e antiespasmódicos), sendo que a alta se dá em torno de 48 horas. A sintomatologia clínica - vômito, diarreia e miose (constricção da pupila) - poderia ser confundida com intoxicação por organofosforados. O óleo tem efeito purgativo violento (ésteres de forbol são extraídos juntamente com o óleo), na dose de 0,3 a 0,6 mL. O látex é cáustico e de ação irritante sobre pele e mucosas (BEGG; GASKIN, 2009; SCHVARTSMAN, 1992).

Estes e outros efeitos vêm sendo relacionados à presença nos grãos de vários fatores: como a curcina (uma proteína) e ésteres de forbol.

A curcina já foi considerada a molécula responsável pela toxicidade do pinhão manso, conforme descrito em publicações científicas e protocolo de atendimento dos Centros de Intoxicação Toxicológica Brasileiros. É uma proteína capaz de inibir a síntese protéica *in vitro* de forma semelhante à ação da ricina da mamona sendo, porém, 1000 vezes menos tóxica. Isto se deve ao fato de que a porção tóxica da curcina não estar ligada a uma proteína chamada lectina através de ligações de dissulfeto, que é quem promove a entrada na célula, necessária ao início da atividade citotóxica (STIRPE et al., 1976; MACIEL; MACHADO, 2007; FELIX et al., 2008). Muitos trabalhos de pesquisa de 10 a 15 anos atrás buscavam equivocadamente explicar

a toxicidade e avaliar processos de destoxificação aferindo a quantidade presente de curcina de forma indireta, através determinação da lectina (AREGHEORE et al., 1998; MAKKAR; BECKER, 1999). E esta foi uma das causas de tortas pareciam destoxificadas quimicamente falando, serem tóxicas quando administradas a animais.

É importante frisar que o principal componente tóxico presente no pinhão-manso é o éster de forbol (diterpeno) e pode agir de duas formas, uma aguda (resposta inflamatória intensa) e crônica (indutores da formação de tumores). Tal a sua importância, que quando não estão presentes nas sementes, a "variedade" passa a ser chamada de não-tóxica, embora os outros fatores tóxicos e antinutricionais continuem presentes.

Também estão presentes outros componentes deletérios mas não tóxicos, são os fatores antinutricionais, como os inibidores de tripsina e o fitato, estes últimos não sendo críticos na nutrição de ruminantes, apenas monogástricos. Existe uma ampla faixa de variação do teor destes constituintes antinutricionais nos diferentes acessos, e estão presentes mesmo quando os ésteres de forbol não estão presentes (Tabela 1). Além, mais recentemente, foi identificada por um grupo de pesquisas brasileiro uma proteína com potencial alergênico semelhante à albumina 2S da mamona (MACIEL; MACHADO, 2007; MACIEL et al., 2009).

Não há relatos da existência de variedades não-tóxicas no Brasil, havendo registros em apenas uma região do México. Não é possível destruir o éster de forbol por tratamento térmico, nem tampouco alterar o teor de fitato, mas os componentes protéicos podem ser desnaturados por um tratamento térmico adequado (MAKKAR et al., 1997). Por ser lipossolúvel, grande parte dos ésteres de forbol é extraída juntamente com o óleo, no entanto permanece também na torta devido ao fato da extração mecânica não retirar totalmente o óleo presente (residual de aproximadamente 6-14%). O óleo de pinhão-manso possui grande concentração deste composto, e por isso deve ser manipulado com o devido cuidado. A DL50 do óleo de pinhão-manso em ratos foi de apenas 6 mL/kg de peso do animal (GANDHI et al., 1995).

**Tabela 1.** Diferentes compostos tóxicos e antinutricionais presentes em acessos tóxicos e não-tóxicos de Pinhão Manso, e comparação aos presentes no Farelo de Soja.

	Não-Tóxica	Tóxica	Farelo de Soja
Éster de Forbol (mg/g)	Nd* -0,3	0,9 a 3,8	--
Curcina	0,3-2,9 <sup>a</sup>	1,7 <sup>a</sup>	--
Inibidor de Tripsina (mg/g)	18-36 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	18-30
Ácido Fítico (%)	8,5-9,3 <sup>a</sup>	8,5 <sup>a</sup>	1,5
Saponinas (g/100g)	2,1-2,3	2,8	4,7

\*Nd: não detectado

Fonte: Martinez-Herrera Food Chem (2006):80-89; Makkar J Agri Food Chem (1997): 3152-3157

## Cuidados no Manuseio

O éster de forbol é bastante solúvel em óleo e, portanto está presente de forma concentrada no óleo.

Em alguns países europeus, os grãos de pinhão-manso sofrem o mesmo tratamento industrial que as bagas de mamona, isto é, cozimento prévio e esmagamento subsequente em prensas tipo "expeller" para extração do óleo que, em seguida, é filtrado, centrifugado e clarificado. Após a extração a torta apresenta ainda cerca de 8 % de óleo, que pode ser re-extraído com o uso de solventes orgânicos (hexano), sendo a torta desengordurada usada apenas como fertilizante. No Brasil, atualmente tem predominado o esmagamento mecânico dos grãos, o que resulta em um teor considerável de óleo remanescente na torta e, conseqüentemente, também maior teor de ésteres de forbol (GONÇALVES et al., 2009).

Mesmo em amostras com baixo teor de óleo (0,6%), obtidas por extração com éter de petróleo por 16 horas em equipamento tipo Soxhlet, encontrou-se concentração de ésteres de forbol de 3,85 mg/g na torta desengordurada (MARTINEZ-HERRERA et al., 2006).

Quanto a questão dos alergênicos, a presença destes na torta do pinhão-manso torna o seu manuseio incômodo mas não perigoso; os sintomas como vermelhidão e coceira podem ser

desenvolvidos com o simples contato com a pele ou olhos. É importante registrar que nem todas as pessoas apresentam alergia a esse componente, no entanto, o indivíduo alérgico à torta da mamona, apresenta alergia também ao pinhão-manso (reação cruzada) (MACIEL et al., 2009).

Frente aos casos de intoxicação e alergia, recomenda-se especial precaução na manipulação do óleo ou outras frações contendo ésteres de forbol, evitando contato com a pele e a ingestão. É importante manuseá-los de forma correta para evitar que danos à saúde humana. Por isso ao se trabalhar com o óleo ou com a torta é recomendada a utilização dos seguintes EPIs (Equipamentos de Proteção Individual): sapatos fechados, jaleco de manga longa, luvas, máscara e óculos de proteção (GONÇALVES et al., 2009).

## Estratégias de PD&I para Destoxificação da Torta

A transformação da torta de pinhão-manso em um produto atóxico que possa ser usado para alimentação animal despertou a atenção de diversos pesquisadores no mundo, tendo sido realizados alguns avanços nessa área (Quadro 2). Em 1999 Makkar e Becker, da Alemanha, conseguiram provar produzir uma torta destoxificada, que ao ser oferecida aos animais não causou morte ou qualquer outro dano; no entanto este trabalho foi realizado a partir das variedades mexicanas

não-tóxicas. Recentemente, em abril de 2010 foi publicado um novo estudo deste grupo (KUMAR et al., 2010), que alega ter chegado a destoxificação da torta, sendo a mesma testada em carpas. O processo não é totalmente descrito por estar em vias de patenteamento, e envolve descascamento da semente, desengorduramento do albúmen resultante para produção de torta de pinhão-manso em equipamento tipo Soxhlet usando éter de petróleo. Em seguida, é empregada uma seqüência de solventes e ao final, este material é autoclavado a 121°C por 15 minutos.

Visando resolver o problema da toxidez na torta de *Jatropha* e diminuir riscos de impactos ambientais e a valoração do co-produto na nutrição animal a Embrapa Agroenergia vem desenvolvendo pesquisas em duas estratégias, sempre focando em processos simples e de baixo custo para serem viáveis

economicamente para produtores de pequeno e médio porte.

A primeira estratégia refere-se à identificação de materiais genéticos cujos grãos não apresentem toxidez (éster de forbol) e a posterior incorporação desta característica em cultivares comerciais. O éster de forbol é predominante na maioria dos acessos, na faixa de 0,82 a 3,85 mg/g de albúmen (MAKKAR et al., 1997; MARTINEZ-HERRERA et al., 2006), sendo que ainda não há relatos de que no Brasil existem "variedades" não tóxicas. Para isso, a Embrapa Agroenergia está constituindo e caracterizando um banco ativo de germoplasma (BAG) de pinhão-manso com acessos do Brasil, México e da América Central, onde está o provável centro de origem da espécie e variações genéticas que são consideradas não-tóxicas.

## Quadro 2. Estratégias de destoxificação presentes na literatura

Autor do Estudo (Ano/País)	Estratégias Testadas/Resultados	Limitação
<b>Makkar et al. (1998)</b>	Calor úmido (121°C/20-30min) X calor seco: só curcina	- Não avaliou ésteres de forbol -Testa lectina, não toxicidade da curcina -Não validada em testes com animais
<b>Makkar e Becker (1999)</b>	Variedade não-tóxica, 121°C/30min: inibidor de tripsina (redução 83%) e lectina (99%) -Em ratos: tratamento térmico foi apenas parcialmente efetivo -Carpas: torta tratada ou não, perderem peso.	- Não avaliou esterres de forbol -Testa lectina, não toxicidade da curcina
<b>Aregheore et al. (2003) (Samoa + Alemanha)</b>	Melhores tratamentos (redução de ésteres do forbol): a) Calor úmido 121oC/30min + Lavar 4 vezes c/ metanol (95%) b) Hidróxido de sódio 4% + Hipoclorito de sódio 4% + 121oC/30min (93%) c) Hidróxido de sódio 4% + Lavar 2 vezes c/ metanol b) Hidróxido de sódio 4% + Lavar 4 vezes c/ água Substituindo a ração de ratos em 16%: todos perderam peso, mas o tratamento (a) foi o tratamento menos prejudicial.	- Alto custo - Experimento animal indicou destoxificação ineficiente

Continua...



## Quadro 2. Continuação.

<b>Chivandi et al. (2004, 2006/ Zimbabue)</b>	Hexano 8hs + extrair hexano 3xs 45min/30oC + extrair etanol 95% 35oC + 90oC/30min + extrusada + extrair hexano 3xs 45min/30oC + 121oC/30min	- Alto custo e trabalhoso - Teste em porcos (1 a 5%): diarreia a partir do 14º dia, anemia e outras alterações sanguíneas
<b>Martinez-Herrera et al. (2006/México e Alemanha)</b>	Tratamentos (redução de ésteres de forbol): a) Bicarbonato de sódio + 121°C-25min (75%) b) Etanol 90% 2 horas (96%) c) Etanol 2 horas → Bicarbonato + 121°C-25min (98%) d) Bicarbonato de sódio + Irradiação gama (17%): só afetou fitato e saponina	- Custo - Não testada em animais
<b>Belewu e Ogunsola (2010/ Nigéria)</b>	Experimentos com caprinos (50% substituição): a) Torta tratada com <i>Aspergillus niger</i> b) Torta tratada com <i>Tricoderma longbrachiatum</i> Nenhum animal morreu.	- Todos os tratamentos tiveram pequenas alterações em parâmetros hematológicos. - Não foi quantificado ésteres de forbol
<b>Kumar et. al. (2010/ Alemanha)</b>	Semente é descascada, desengordurada com éter de petróleo em soxhlet, sofre tratamento com solventes(patente) e posteriormente autoclavagem 121°C- 15 minutos Experimento com carpas, substituição de 38% da ração Nenhum animal morreu, foi tão eficiente no crescimento das carpas quanto a soja.	- Processo tem varias etapas, o que pode inviabilizar economicamente sua produção.

A segunda estratégia refere-se ao uso de um destes tratamentos: a) processos de extrusão termoplástica associada ao uso de aditivos químicos, b) lavagem com solventes ou, c) biotransformação (uso de fungos/leveduras em processo semelhante a compostagem). O foco principal dos tratamentos será a destoxificação da torta com foco na retirada ou na modificação da molécula dos ésteres de forbol, de forma que a mesma perca sua atividade tóxica. A redução da alergenicidade também será avaliada, bem como da atividade antinutricional. Após confirmação laboratorial da redução destes compostos, a torta tratada será incorporada em quantidades significativas na ração de ovinos, caprinos e peixes para a validação de seu uso. Sem esta avaliação *in vivo* nenhuma afirmação sobre a eficiência da destoxificação pode ser feita.

As estratégias de pesquisa apresentadas fazem parte do projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) para a produção de biodiesel, coordenado pela Embrapa Agroenergia.

## Conclusões

A torta de pinhão-manso é um co-produto com alto potencial como fonte de proteína para animais, porém apresenta fatores tóxicos e antinutricionais que devem ser atenuados/ eliminados por tratamentos e testes animais devem ser realizados para garantir a eficiência da destoxificação. Frente aos casos de intoxicação, recomenda-se especial precaução quando manipulando o óleo ou outras frações contendo

ésteres de forbol, evitando contato com a pele e a ingestão.

## Agradecimentos

A Sra. Heloísa Rey Farza, da Gerencia Geral de Toxicologia da Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (Brasília, DF) pelos dados disponibilizados.

## Referências

- ADAM, S. E. I. Toxic effects of *Jatropha curcas* in mice. **Toxicology**, Limerick, v. 2, p. 67-76, 1974.
- AHMED, O. M. M.; ADAM, S. E. I. Effects of *Jatropha curcas* on calves. **Veterinary Pathology**, Washington, v. 16, p. 476-482, 1979a.
- AHMED, O. M. M.; ADAM, S. E. I. Effects of *Jatropha curcas* in sheep and goat. **Research in Veterinary Science**, London, v. 27, p. 89-96, 1979b.
- AREGHEORE, E. M.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Assessment of lectin activity in a toxic and a non-toxic variety of *Jatropha curcas* using latex agglutination and haemagglutination methods and inactivation of lectin by heat treatments. **Journal of the Science and Food Agriculture**, London, v. 77, p. 349-352, 1998.
- AREGHEORE, E. M.; BECKER, K.; MAKKAR, H. P. S. Detoxification of a toxic variety of *Jatropha curcas* using heat and chemical treatments, and preliminary nutritional evaluation with rats. **South Pacific Journal of Natural Science**, v. 21, p. 50-56, 2003.
- BECKER, K.; MAKKAR, H. P. S. Effects of phorbol esters in Carp (*Cyprinus carpio* L.). **Veterinary and Human Toxicology**, Manhattan, v. 40, n. 2, p. 82-86, 1998.
- BEGG, J.; GASKIN, T. ***Jatropha Curcas* (PIM570)**. In: CHEMICAL Safety Information from Intergovernmental Organizations. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/pims/plant/jcurc.htm>> Acessado em: 17 jul. 2009.
- BELEWU, M. A.; OGUNSOLA, F. O. Haematological and serum indices of goat fed fungi treated *Jatropha curcas* kernel cake in a mixed ration. **Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development**, v. 2, n. 3, p. 35-38, 2010.
- CHIVANDI, E.; MTIMUNI, J. P.; READ, J. S.; MAKUZA, S. M. Effect of processing method on phorbol esters concentration, total phenolics, trypsin inhibitor activity and the proximate composition of the Zimbabwean *Jatropha curcas* provenance: a potential livestock feed. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 7, n.6, p. 1001-1005, 2004.
- CHIVANDI, E.; ERLWANGER, K. H.; MAKUSA, S. M.; READ, J. S.; MTIMUNI, J. S. Effect of dietary *Jatropha curcas* meal on percent packed cell volume, serum glucose, cholesterol and triglyceride concentration and alpha-amylase activity of weaned fattening pigs. **Research Journal of Animal and Veterinary Sciences**, v. 1, n. 1, p. 18-24, 2006.
- EL BADWI, S. M. A.; MOUSA, H. M.; ADAM, S. E. I.; HAPKE, H. J. Response to Brown Hissek chicks to low levels of *Jatropha curcas*, *Ricinus communis* or their mixture. **Veterinary and Human Toxicology**, Manhattan, v. 34, p. 304-306, 1992.
- FELIX, S. P.; MAYERHOFFER, R. O.; DAMATTA, R. A.; VERISSIMO, M. A.; NASCIMENTO, V. V.; MACHADO, O. L. T. Mapping IgE-binding epitopes of Ric c 1 and Ric c 3, allergens from *Ricinus communis*, by mast cell degranulation assay. **Peptides**, New York, v. 29, p. 497-504, 2008.
- GADIR, W. S. A.; ONSA, T. O.; ALI, W. E. M.; EL BADWI, S. M. A.; ADAM, S. E. I. Comparative toxicity of *Croton macrostachys*, *Jatropha curcas* and *Piper abyssinica* seeds in Nubian goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 48, p. 61-67, 2003.
- GANDHI, V. M.; CHERIAN, K. M.; MULKY, M. J. Toxicological studies on ratanjyot oil. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 33, n. 1, p. 39-42, 1995.

GONÇALVES, S. B.; MENDONÇA, S.; LAVIOLA, B. G. **Substâncias tóxicas, alergênicas e antinutricionais presentes no pinhão-manso e seus derivados e procedimentos adequados ao manuseio.** Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2009. (Embrapa Agroenergia. Circular técnica, 1). Disponível em: <[http://www.cnpae.embrapa.br/publicacoes-para-download/ct\\_01.pdf/view](http://www.cnpae.embrapa.br/publicacoes-para-download/ct_01.pdf/view)>. Acesso em: 18 abr. 2010.

KUMAR, V.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Dietary inclusion of detoxified *Jatropha curcas* kernel meal: effects on growth performance and metabolic efficiency in common carp, *Cyprinus carpio* L. **Fish Physiology and Biochemistry**, online first, 2010. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/d3g8710233x51811/fulltext.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2010.

MACIEL, F. M.; MACHADO, O. L. T. Avaliação do potencial alergênico de sementes de *Jatropha curcas* L., pinhão-manso. In: II CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2., 2007, Brasília, DF. **Livro de resumos.** Brasília, DF: MCT: ABIPTI, 2007.

MACIEL, F. M.; LABERTY, M. A.; OLIVEIRA, N. D.; FELIX, S. P.; SOARES, A. M. S.; VERICIMO, M. A.; MACHADO, O. L. T. A new 2S albumin from *Jatropha curcas* L. seed and assessment of its allergenic properties. **Peptides**, New York, v. 30, n. 12, p. 2103-2107, 2009.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Nutritional studies on rats and fish (carp *Cyprinus carpio*) fed diets containing unheated and heated *Jatropha curcas* meal of a non-toxic provenance. **Journal Plant Foods for Human Nutrition**, v. 53, n. 3, p. 183-192, 1999.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K.; SPORE, F.; WINK, M. Studies on nutritive potential and toxic constituents of different provenances of *Jatropha curcas*. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, n. 45, p. 3152-3157, 1997.

MAKKAR, H. P. S.; ADERIBIGBE, A. O.; BECKER, K. Comparative evaluation of non-toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. **Food Chemistry**, London, v. 62, p. 207-215, 1998.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K.; SCHMOOK, B. Edible provenances of *Jatropha curcas* from Quintana Roo state of Mexico and effect of roasting on antinutrient and toxic factor in seeds. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 52, p. 31-36, 1998.

MARTINEZ-HERRERA, J.; SIDDHURAJU, P.; FRANCIS, G.; DAVILA-ORTIZ, G.; BECKER, K. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. **Food Chemistry**, London, v. 96, p. 80-89, 2006.

STIRPE, F.; PESSON-BRIZZI, A.; LORENZONI, E.; STROCCHI, P.; MONTANARO, L.; SPERTI, S. Studies on the proteins from the seeds of *Croton tiglium* and of *Jatropha curcas*. Toxic properties and inhibition of protein synthesis in vitro. **Biochemistry Journal**, v. 156, n. 1, p. 1-6, apr. 1976.

SCHVARTSMAN, S. **Plantas venenosas e animais peçonhentos.** São Paulo: Sarvier, 1992.

#### Comunicado Técnico, 01

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na: **Embrapa Agroenergia**  
**Endereço:** Parque Estação Biológica - PqEB s/n, Brasília, DF  
**Fone:** (61) 3448-4246  
**Fax:** (61) 3448-1589  
**E-mail:** [sac.cnpae@embrapa.br](mailto:sac.cnpae@embrapa.br)

1ª edição 2009

#### Comitê de publicações

**Presidente:** José Manuel Cabral de Sousa Dias.  
**Secretária-Executiva:** Rachel Leal da Silva.  
**Membros:** Betânia Ferraz Quirino, Daniela Garcia Collares, Esdras Sundfeld.

#### Expediente

**Supervisão editorial:** José Manuel Cabral de Sousa Dias.  
**Revisão de texto:** José Manuel Cabral de Sousa Dias.  
**Editoração eletrônica:** Maria Goreti Braga dos Santos.  
**Normalização bibliográfica:** Maria Iara Pereira Machado.