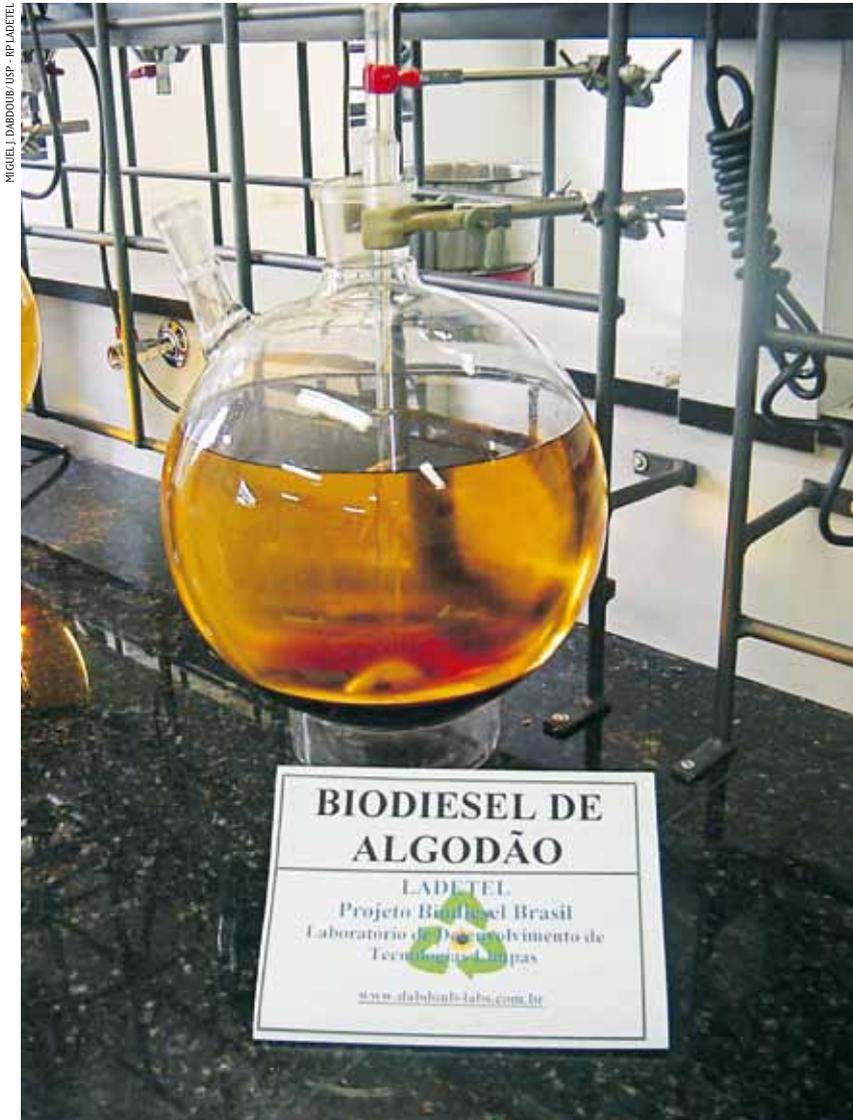


Incremento

Novos usos podem aumentar importância do caroço

Jean-Louis Bélot e Catherine Marquié*



MIGUEL DARDOUR/USP - RP/LADETEL

Com o crescimento da produção algodoeira no Brasil, houve também grande incremento na disponibilidade de caroços, cuja produção, nos últimos seis anos, ficou entre 1.245 e 2.099 milhões de toneladas, com uma previsão de 1.573 t para a safra 2005/2006, conforme dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). O caroço de algodão é considerado um grão oleaginoso de baixo custo. O preço mínimo da tonelada, em junho de 2006, atingiu a R\$ 158,00, com ampla variação no período, em função da oferta e da demanda. Em alguns Estados brasileiros, os produtores ainda comercializam diretamente o algodão em caroço, mas, para a maior parte da produção brasileira, principalmente a dos cerrados, a venda da fibra é feita após o descaroçamento, realizado em unidades próprias ou de terceiros.

Biodiesel produzido pelo Laboratório de Desenvolvimento de Tecnologias Limpas (Ladétel), da USP Ribeirão Preto

Quando o beneficiamento é terceirizado, o caroço é entregue à usina e cobre parte dos custos da prestação do serviço. Em todos os casos, a comercialização dessa matéria-prima é realizada pelas indústrias de descaroçamento. De modo geral, podemos considerar que o algodão em caroço produzido no Brasil contém entre 37% e 41% de fibra e entre 53% e 58% de caroço. Sabendo que os preços desses produtos situam-se em torno de R\$ 35,00 e R\$ 45,00 para a arroba da pluma, e é de R\$ 2,40 para a arroba do caroço, pode-se inferir que a fibra constitui atualmente mais de 90% do valor da produção, o que explica o fato de o caroço ser considerado apenas um subproduto.

Em 2001, o consumo do caroço de algodão foi, no Brasil, o seguinte: 4% destinaram-se a sementes, 40% para a pecuária, que o usa inteiro na alimentação bovina, e 56% para a indústria de esmagamento (Faria, 2001). O caroço do algodão contém entre 18% e 22% de óleo. Os produtos gerados pela indústria são diversificados, abrangendo o óleo refinado ou semi-refinado, o farelo, a torta, o línter, a borra de óleo e a casca de caroço. A qualidade nutricional do óleo de algodão faz dele um produto de interesse, mesmo para a alimentação humana, sendo utilizado em óleos de mesa ou margarinas.

Na alimentação bovina, o uso de tortas e farelos relativamente ricos em proteínas (entre 28% e 40%) é restrito, devido à presença do gossipol – um polifenol tóxico que só os poligástricos conseguem neutralizar. O línter (fibras curtas), dentre outras aplicações, é usado como matéria-prima celulósica pela indústria química. É possível melhorar a valorização do caroço e a renda do produtor, aumentando-se a demanda por essa matéria-prima, à medida que sejam encontradas novas finalidades e mercados. Duas grandes áreas podem contribuir para isso: a produção de biocombustíveis e o uso na alimentação animal, inclusive dos monogástricos. Há também inovações recentes, como a confecção de embalagens biodegradáveis.

BIOCOMBUSTÍVEIS

Nos últimos anos, o Brasil tem incentivado amplamente a produção de biocarburantes, visando à auto-suficiência energética. A produção de biodiesel pode ser feita tanto a partir de borra de óleo, quanto de óleo semi-refinado, ou, ainda, diretamente no momento de esmagamento do caroço, após as operações de esterificação e/ou transesterificação. Diversos projetos industriais estão em fase de implementação por grupos privados nacionais, como é caso das cooperativas Coamo e Cocamar, no Estado do Paraná, grupos internacionais, como o Dagrís, e públicos, como a Petrobras, visando o uso do caroço de algodão. Assim, a procura do algodão como grão oleaginoso pode aumentar significativamente nos próximos anos. Apesar de não se tratar de transformação do caroço, vale notar que o cultivo do algodoeiro pode também gerar biocombustível de outra natureza, a partir do emprego do caule da planta.

USO ALIMENTAR

A limitação mais importante para o uso alimentar da proteína do caroço do algodão é a presença do gossipol. Esse composto acarreta redução no valor nutricional das tortas, ao combinar-se com a lisina disponível e provocar graves sintomas clínicos no homem e nos animais monogástricos, como o aparecimento de edemas pulmonares e hemorragias hepáticas. Porém, é possível selecionar variedades sem gossipol, chamadas *glandless*, utilizando-se o par de genes recessivos *gl2* e *gl3* ou o gene dominante *Gl2E*. Variedades sem gossipol foram cultivadas em grande escala no Oeste da África, chegando a ocupar mais de 350.000 ha, na safra de 1995 (Figuras 1 e 2).

O Centre de Coopération Internationale en Recherche Agricole pour le Développement (Cirad) da França, unindo-se a instituições de pesquisa nacionais de outros países, concentrou esforços em pesquisas financiadas pela Comunidade Européia, para a valorização alimentar do

caroço livre de gossipol. Tais experiências demonstraram, de maneira definitiva, a viabilidade da cultura quanto ao aspecto fitossanitário, visto não ser necessário aumentar a proteção contra as pragas, quando cultivada em grandes áreas. Essas variedades alcançaram os patamares das variedades com glândulas de gossipol (*glanded*) da época, tanto do ponto de vista da produtividade, quanto do rendimento e qualidade da fibra. Diversas tecnologias industriais e artesanais de transformação do caroço *glandless* foram testadas e ajustadas, com o objetivo de preservar a qualidade da proteína. A extração direta com hexano mostrou-se o melhor processo de produção de farinhas para a alimentação humana.

Evidenciam-se vantagens no processamento do caroço *glandless* para o óleo, tais como a estabilidade da cor, melhor rendimento e menor custo do processo de refino. Experiências bem-sucedidas com o uso de caroços, farinhas e concentrados *glandless* na alimentação humana são relatadas nos Estados Unidos e na África (Marquié et al., 2001). Finalmente, existem numerosos trabalhos demonstrando ser vantajoso utilizar as tortas *glandless*, ao invés de tortas de soja, tanto na alimentação de suínos, aves, peixes, quanto na de camarões, o que poderia aumentar consideravelmente o leque de uso da torta de algodão no Brasil.

MATERIAIS BIODEGRADÁVEIS

Durante 30 anos, estudou-se amplamente a produção de filmes comestíveis ou biodegradáveis, a partir de matérias-primas renováveis, de forma a reduzir os problemas ambientais ligados ao acúmulo e aos tratamentos de lixo de origem petroquímica. Dentre as matérias-primas naturais utilizáveis, as proteínas são polímeros de grande interesse, devido à sua estrutura química polifuncional. As proteínas de algodão apresentam boas propriedades filmógenas e termoplásticas, ainda que seu comportamento reológico seja considerado

FIGURAS 1 E 2 | CORTE DE SEMENTE COM E SEM GLÂNDULAS DE GOSSIPOL

LABORATÓRIO TECOT/CIRAD

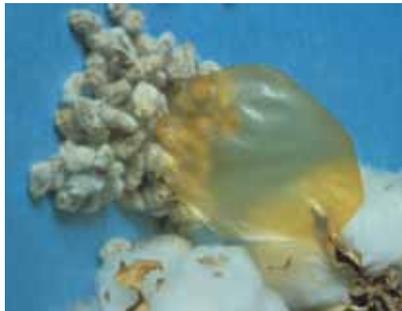


LABORATÓRIO TECOT/CIRAD



FIGURA 3 | FILME BIODEGRADÁVEL

LABORATÓRIO TECOT/CIRAD



muito complexo (Grevellec et al., 2001). Filmes à base de proteínas de algodão podem ser facilmente obtidos em laboratório, a partir de tortas de algodão, fortalecidas por tratamentos químicos com agentes reticulantes (Marquié e Guilbert, 2002).

Resultados promissores foram obtidos recentemente, no âmbito do projeto europeu Cottonbiomat, coordenado pelo Cirad e conduzido em parceria com a Universidade de São Paulo (USP), o Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Industria Plástica del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (Inti-Plásticos) da Argentina, o Incotec International BV dos Países Baixos e a École Nationale des Mines d'Alès da França. Os pesquisadores mostraram que é possível fabricar, em escala semi-industrial, filmes e revestimentos de sementes, granulados extrudados biodegradáveis, que podem ser calandrados posteriormente, para se obter filmes e materiais termoformados (Marquié, 2005) (Figura 3).

Tais produtos são fabricados diretamente, a partir de amêndoas ou de tortas de algodão. Segundo os resultados desse projeto, as tecnologias de maior interesse do ponto de vista econômico são a extrusão e a termoformagem de torta de algodão, com uma proporção reduzida de policaprolactona (PCL, 10%). O PCL é um polímero biodegradável empregado para melhorar as propriedades mecânicas e reduzir a higroscopicidade dos materiais. Os custos de produção de granulados foram avaliados em cerca de US\$ 2,00 kg. Com isso, esses materiais tornaram-se competitivos no mercado de biodegradáveis.

As pesquisas devem continuar, em estreita colaboração com as indústrias, de forma a otimizar os procedimentos em grande escala, ajustar as características técnicas dos materiais com seu uso posterior e, até mesmo, explorar novas funcionalidades, para a elaboração de novos produtos. Estudos de biodegradabilidade terão de ser conduzidos em condições

reais de uso dos materiais, para se definir seu tempo de vida e analisar seu modo de degradação.

O produto principal do cultivo do algodoeiro é a fibra. Porém, com o aumento do cultivo no Brasil, existe grande oferta de caroços para usos tradicionais, o que derruba o preço desse subproduto. É possível valorizar o caroço com a ampliação de mercado, seja para uso alimentar ou para a produção de biocombustíveis e embalagens biodegradáveis. Em todos os casos, estudos e investimentos adicionais em pesquisa são indispensáveis para que essas possibilidades se tornem realidade.

* **Jean-Louis Bélot** é pesquisador do Cirad-Ca, França/Coodec (belot@cirad.fr) e **Catherine Marquié** é pesquisadora do Cirad, França (catherine.marquie@cirad.fr).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FARIA, J. X. Mercados e importância da qualidade do caroço de algodão. In: CÂMARA, G. M. S.; CHIAVEGATO, E. J. *O agronegócio das plantas oleaginosas: algodão, amendoim, girassol e mamona*. Piracicaba, SP: ESALQ. 2001. p. 1-10.
- GREVELLEC J. et. al. Processability of cottonseed proteins into biodegradable materials. *Biocromolecules*, v. 2, n. 4, p. 1.104-1.109. 2001.
- MARQUIÉ C. Processing cotton seed into biodegradable materials for agriculture as an alternative to synthetic polymers in Latin America: project presentation. In: Cirad/UE. *Workshop of the Cottonbiomat Project*. Ed. final. Rio de Janeiro, out. 2005. p. 20-21.
- MARQUIÉ, C.; GUILBERT, S. Formation and properties of cottonseed protein films and coatings. In: GENNADIOS, A. (Ed.). *Protein-based films and coatings*. Boca Raton: CRC, 2002. p. 139-158.
- MARQUIÉ C.; HAU B. ; BELOT J.L. Utilização do caroço do algodão sem gossipol para fins alimentares: síntese de 30 anos de estudo no Cirad. In: CÂMARA, G. M. S.; CHIAVEGATO, E. J. *O agronegócio das plantas oleaginosas: algodão, amendoim, girassol e mamona*. Piracicaba, SP: ESALQ, 2001. p. 11-36.