

# Transformation et qualification des produits

## De nouvelles voies de valorisation pour redynamiser la filière ricin au Brésil

Michel Pina<sup>1</sup>  
Liv S. Severino<sup>2</sup>  
Napoleão E.M. Beltrão<sup>2</sup>  
Pierre Villeneuve<sup>1</sup>  
Regina Lago<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad)- Amélioration des méthodes pour l'innovation scientifique (Amis)/Unité mixte de recherche (UMR) 1208 Ingénierie des agropolymères et technologies émergentes (late)-Lipotechnie, 73, rue J.-F. Breton, 34398 Montpellier, France  
<michel.pina@cirad.fr>

<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Cotton, 1143, rue Osvaldo Cruz, 58107-720 Campina Grande, PB, Brésil  
<nbeltrao@cnpa.embrapa.br>

<sup>3</sup> Embrapa Labex France, Avenue Agropolis, 34394 Montpellier, France  
<regina.lago@cirad.fr>

### Résumé

Le présent article propose différentes voies potentielles pour valoriser la culture du ricin au Brésil et les produits qui en sont issus. Cette valorisation pourrait s'envisager au niveau d'une part de l'utilisation du tourteau, actuellement très handicapée par la présence d'allergènes, en proposant de concevoir un nouveau procédé d'huilerie et, d'autre part, au niveau de la production de biomolécules à haute valeur ajoutée, notamment celle des acides linoléiques conjugués (CLA) à partir de l'huile.

**Mots clés :** productions végétales ; transformation, commercialisation.

### Abstract

#### New ways to promote castor seed production in Brazil

Thirty years ago, Brazil was the world's biggest producer of castor beans/castor oil. For various reasons, the areas cultivating castor beans were substantially reduced, and it is now a distant third behind the principal producers, India and China. Castor oil is a very strategic industrial raw material, but its production is complicated by the presence of toxic substances and allergens in the beans and thus in the seed cake by-product of oil extraction. Castor plants are suitable for semiarid zones and for small producers. The European Union, especially France, has successfully attempted cultivation of this plant but for the reasons above-mentioned decided to limit itself to importing castor oil. As part of a scientific agreement, Embrapa (through Labex) and Cirad (through its fat and oil research team) considered ways of contributing to the resumption of castor bean production in Brazil. The following possibilities are being or can be explored: a new concept for oil extraction (using acetone as the solvent) with the simultaneous production of an oilseed cake with reduced or no allergenic problems; lipase production from this biomass as well as the production of high value biomolecules. Methods of adding value to the oilseed cake that could be pursued involve the development of cooking-extrusion, or other processes to increase its utilisation as feed and manure. On the other hand, the expression of allergen-free genetic material is also worth considering. Finally, the production of CLA (conjugated linoleic acids), which have nutritional and therapeutic properties, represents another way of promoting the castor crop since these can be directly obtained from castor oil dehydration, under suitable catalysis, at competitive prices. .

**Key words:** vegetal productions; transformation, commercialisation.

Le ricin (*Ricinus communis*) est une plante de la famille des Euphorbiaceae, probablement d'origine asiatique, qui a été introduite au Brésil par les Portugais. En raison de sa grande adaptabilité, on la trouve partout sur le territoire brésilien.

Comme la plupart des plantes tropicales, la culture du ricin est très adaptée à des températures comprises entre 20 et 30° C et à un fort ensoleillement. Dans les régions semi-arides du Brésil, ce végétal a une place spéciale parmi les autres oléa-

gineux, en particulier grâce à sa tolérance à la sécheresse et à ses facilités de traitements, avantage important vis-à-vis des exploitations familiales.

Il y a presque 30 ans, le Brésil était le premier producteur mondial de graines de ricin. Mais une série de facteurs internes et externes ont réduit significativement l'extension de la culture, et le ricin n'occupe désormais que la troisième position, derrière l'Inde et la Chine [1]. Parmi les facteurs explicatifs, on peut citer la faible offre des semences génétiquement améliorées.

Tirés à part : M. Pina

quement améliorées ainsi que l'utilisation, en général, de pratiques agricoles inadéquates [2]. De nos jours, la quasi-totalité de la production brésilienne est concentrée dans la région de Bahia, où des initiatives privées (telle celle de Bom Brasil Oleo de Mamona Ltda) et/ou gouvernementales apportent des supports techniques aux agriculteurs locaux en plus de leur garantir l'achat de leur production.

L'huile de ricin a de multiples usages industriels. Les produits tirés de l'huile sont les bases de peintures, vernis et plastiques les plus divers, l'huile trouvant également des applications en lubrification.

Il y a actuellement au Brésil un déficit annuel supérieur à 80 000 tonnes, comblé par l'importation d'huile brute en provenance de l'Inde et de la Chine.

L'Union européenne a tenté, notamment en France, la culture de certains clones avec des rendements excellents de 2 à 3 tonnes par hectare. Mais les problèmes d'allergies ont freiné considérablement le programme de développement, conduisant l'Union européenne à importer aujourd'hui 150 000 tonnes d'huile, dont 50 000 tonnes pour le seul groupe Atochem.

Dans ce contexte *a priori* défavorable compte tenu de ces allergènes, le ricin a pourtant de nombreux atouts qu'il serait judicieux de mettre en exergue, en essayant notamment de relancer la production dans l'un des principaux pays producteurs et notamment au Brésil, dans le cadre d'une coopération scientifique entre l'Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) par le biais du Labex (laboratoire à l'extérieur) et le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) par celui de son équipe de recherche s'occupant plus particulièrement des huiles et corps gras.

Le présent article cible les différentes voies envisageables pour redynamiser la culture du ricin et les produits qui en sont issus, d'une part au niveau de l'utilisation du tourteau, actuellement très handicapée par la présence d'allergènes, en proposant de reconcevoir le procédé d'huilerie et, d'autre part, au niveau de la production d'une lipase issue de cette biomasse végétale ; la production de biomolécules à haute valeur ajoutée et notamment d'acides linoléiques conjugués (CLA) est également une voie à ne pas négliger.

## Procédé d'huilerie

La conception d'un nouveau procédé d'huilerie (extraction unique à l'acétone des graines triturées) devrait réduire, voire supprimer, les problèmes d'allergie et offrir des huiles et des tourteaux de bien meilleure qualité et à un coût moindre puisque la pression serait supprimée. En effet, les graines pourraient être triturées et extraites directement à l'acétone, conduisant à la fois à un tourteau humide qui, par recyclage de l'acétone entraînant l'eau, conduirait au seul tourteau, et à un micella permettant d'obtenir directement l'huile après l'évaporation du solvant.

Par ailleurs, la valorisation des tourteaux devrait être considérablement accrue par l'exploitation de leur activité lipolytique. De même, la ricine pourrait être séparée pour la pharmacie (produits antitumoraux) et les autres fractions valorisées plus traditionnellement après cuisson-extrusion pour l'alimentation animale et comme fertilisant.

Cela étant, il est évident que la validation à l'échelle industrielle de cette démarche testée avec succès au laboratoire pourrait s'accompagner parallèlement d'une recherche variétale d'un clone sans allergènes [3, 4].

## Valorisation du tourteau et production simultanée d'une lipase de ricin

Généré en grandes quantités par les pays producteurs d'huile de ricin, le tourteau de ricin est peu valorisé, essentiellement en raison des protéines toxiques et allergènes qu'il contient.

Cependant, l'activité lipolytique de la lipase de ce tourteau pourrait être valorisée [5, 6]. En effet, l'utilisation envisagée de ce biocatalyseur pour la séparation de stéréo-isomères et dans différentes réactions de synthèse est tout à fait compatible avec les applications suivantes :

- biofaçonnement de triacylglycérols et de lipides alimentaires pour améliorer à la fois leurs propriétés nutritionnelles, rhéologiques et fonctionnelles ;
- synthèse d'émulsifiants.

Il faut bien avoir à l'esprit que valorisation du tourteau et production de la lipase

seraient conduites concomitamment lors d'un même processus.

La mise au point proposée de la méthode d'extraction à l'acétone de la lipase du ricin visant à dénaturer spécifiquement les protéines allergènes et toxiques, conduirait en même temps à une fraction glucido-protéique de qualité pouvant entrer dans l'alimentation animale, et à un biocatalyseur à haute valeur ajoutée directement utilisable dans l'industrie des corps gras. En outre, le prix de revient de cette lipase serait peu élevé, comparativement aux mêmes types d'enzymes issues de l'industrie des fermentations des microorganismes nécessitant une technologie de pointe.

D'un point de vue économique, ces lipases microbiennes issues du génie génétique ont encore un coût très élevé (de l'ordre de 300 euros/kg pour les moins coûteuses), alors qu'obtenus à partir de la biomasse végétale encore trop inexploitée dans ce dessein, ces mêmes biocatalyseurs, avec une activité équivalente, reviennent en moyenne à 20 fois moins.

Actuellement, par tradition, le tourteau de ricin est utilisé comme fertilisant en raison de son taux d'azote élevé. La présence de toxines très actives le rend impropre à la consommation animale. Il s'agit en particulier de la ricine (protéine toxique), d'alcaloïdes toxiques tels que ricinine et ricinidine et d'une protéine très allergène (CB1A) qui, active au niveau de la ppm, peut provoquer de sévères réactions cutanées et des irritations graves du système respiratoire.

Il se trouve que la ricine est détruite facilement à chaud et peut donc être inactivée par chauffage après « désolvantisation » du tourteau. La ricinine et la ricinidine, quant à elles, ne sont présentes qu'en très faible quantité et ne posent pas de problème de toxicité dans la mesure où le tourteau de ricin n'intervient qu'en quantité limitée dans la formulation d'aliments pour le bétail. En conséquence, le seul point critique est la protéine allergène CB1A, susceptible de résister à la dénaturation thermique. À ce propos, de nombreuses études ont été effectuées afin de mettre au point une méthode de dénaturation de cette protéine ; la plupart aboutissent à des traitements efficaces mais malheureusement les autres protéines sont également dégradées et perdent alors leur intérêt nutritif. En fait, seule la cuisson-extrusion, pratiquée dans des conditions particulières, en présence d'acide citrique et avec un temps de séjour très court du tourteau dans l'extru-

deur, semble donner des résultats satisfaisants [7]. Mais l'inconvénient majeur est que cette méthode, si elle ménage les protéines, ne permet pas toutefois de récupérer la fraction biologiquement active et notamment lipasique qui est dénaturée au cours du traitement.

Dans ce contexte, l'extraction de la lipase de ricin et de ses cofacteurs pourrait reposer sur l'utilisation de l'acétone comme agent de précipitation permettant, en fin de procédé, d'obtenir une poudre fine contenant la préparation enzymatique intacte.

Avec ce procédé, les premiers résultats montrent que l'enzyme résiste assez bien à l'action dénaturante de l'acétone, celle-ci ayant l'avantage d'éliminer les inconvénients liés à la présence de la protéine allergène. En revanche, il faut noter que les traitements ultérieurs destinés à purifier la lipase conduisent à une perte sévère d'activité et qu'à ce jour, aucune tentative n'a été faite pour récupérer les glycoprotéines que l'on pourrait employer en alimentation animale. Une méthodologie est donc à mettre au point afin de limiter les pertes au maximum.

Il n'en demeure pas moins que la résistance de la lipase de ricin à l'action dénaturante de l'acétone constitue un plus pour la mise en œuvre de cette enzyme en biotechnologie. En effet, en génie enzymatique, on utilise souvent les lipases en milieu solvant organique ; la principale difficulté réside alors dans l'emploi de solvants peu polaires qui, s'ils ménagent assez bien le biocatalyseur sur le plan de son activité, dissolvent médiocrement en contrepartie les molécules organiques polaires. Il y a donc un intérêt réel à produire cette lipase pour tester ses capacités en génie biotechnologique, surtout si un industriel producteur d'enzymes était enfin prêt à s'intéresser à la valorisation d'une biomasse végétale peu coûteuse et disponible en grande quantité, en vue notamment de produire de la lipase de ricin immobilisée sur résine pour l'utiliser en continu dans des réacteurs à lit catalytique fixe.

## Valorisation de l'huile - production de CLA

Une des voies « clé » de la valorisation de la culture du ricin est la possibilité pour l'huile qui en est extraite, en plus de ses

usages industriels classiques, d'obtenir des acides linoléiques conjugués, communément appelés CLA [8, 9]. Ces molécules bioactives suscitent un intérêt grandissant en raison des nombreuses propriétés nutritionnelles et thérapeutiques qui leur sont attribuées [10]. On s'intéresse en particulier, parmi les différents CLA, à l'isomère 9-*cis*,11-*trans* que l'on sait être le plus performant.

Les méthodes d'obtention de CLA de synthèse sont multiples. Ils peuvent être obtenus indifféremment par voie biologique ou chimique, mais la plus attrayante correspond à une transformation chimique de l'huile de ricin, huile naturellement riche en acide ricinoléique, un acide gras hydroxylé. La simple déshydratation de cet acide gras conduit très facilement à l'obtention de CLA ; en outre, selon le type de catalyseur et les conditions opératoires mises en œuvre, cette déshydratation permet une obtention sélective des isomères souhaités.

De plus, par rapport à de nombreuses méthodes mises en œuvre à partir de l'acide ricinoléique sous forme libre ou d'esters, la déshydratation effectuée sur l'huile native telle quelle, permet d'obtenir directement des CLA sous forme de triacylglycérols, matrice naturelle des corps gras, ce qui d'un point de vue nutritionnel et surtout sur le plan de leur biodisponibilité est un indéniable avantage. D'ailleurs, cette transformation de l'huile de ricin brute en huile enrichie en CLA pourrait tout à fait s'envisager à l'échelle industrielle et près des lieux de production.

## Conclusions et perspectives

Faisant abstraction des problèmes agronomiques qui ne sont pas de notre ressort et compte tenu des préoccupations et du contexte économique qui nous est moins familier mais dont il faudrait évidemment tenir compte, ce tour d'horizon des voies potentielles pour donner un nouvel élan à la culture du ricin montre que ces nouvelles potentialités sont peu exploitées et parfois même encore non envisagées.

Certes, l'inertie et la frilosité des transformateurs et des huileries à changer un procédé bien au point et qui a fait ses preuves pour d'autres oléagineux rend

difficile la mise en œuvre d'une technologie novatrice pour ce qui est de l'extraction à l'acétone de l'huile de la graine de ricin. Il n'empêche que le procédé serait de nature à régler, comme on l'a explicité, nombre des problèmes qui freinent actuellement le ricin.

Cela étant, à partir de l'huile elle-même et indépendamment de la méthode mise en œuvre pour l'obtenir, les molécules à haute valeur ajoutée accessibles à faible coût soit à partir du tourteau, telle la production des lipases, soit à partir d'une transformation techniquement maîtrisée de l'huile de ricin, d'habitude essentiellement destinée à des fins industrielles, sont des voies prometteuses que l'on se devrait de ne pas occulter. En effet, cette huile enrichie en CLA à partir de l'huile de ricin modifie *de facto* d'un coup les banales applications industrielles en applications nutritionnelles et thérapeutiques originales et, sans être des spécialistes, nous pouvons suggérer que d'un point de vue économique, cela change tout. C'est dans ce sens que pourrait et devrait se poursuivre la coopération scientifique franco-brésilienne déjà commencée entre l'Embrapa et le Cirad. ■

## Références

1. Santos RF. Análise Econômica. In: De Azevedo DMP, Lima EF, eds. *O agronegócio da mamona no Brasil*. Brasília : Embrapa Informação Tecnológica, 2001 : 17-35.
2. Savy Filho A, Banzato NV, Barbosa MZ, Miguel AMRO, Davi L, Ribeiro FM. *Mamona. Documento Técnico 107. Oleaginosas no estado de São Paulo : análise e diagnóstico*. Campinas : Cati, 1999 ; 39 p.
3. McKeon TA, Chen GQ, Lin JT. Biochemical aspects of castor oil biosynthesis. *Biochem Soc Trans* 2000 ; 28 : 972-4.
4. McKeon TA, Lin JT, Chen GQ. Developing a safe source of castor oil. *Inform* 2002 ; 13 : 381-5.
5. Villeneuve P. Plant lipases and their applications in oils and fats modification. *Eur J Lipid Sci Technol* 2003 ; 105 : 308-17.
6. Tüter M. Castor bean lipase as a biocatalyst in the esterification of fatty acids to glycerol. *J Am Oil Chem Soc* 1998 ; 75 : 417-20.
7. Horton J, Williams MA. A cooker-extruder for deallergination of castor bean meal. *J Am Oil Chem Soc* 1989 ; 66 : 227-31.
8. Berdeaux O, Christie WW, Gunstone FD, Sébédio JL. Large-Scale Synthesis of Methyl *cis*-9,*trans*-11-Octadecadienate from Methyl Ricinoleate. *J Am Oil Chem Soc* 1997 ; 74 : 1011-5.
9. Yang L, Huang Y, Wang HQ, Chen ZY. Production of conjugated linoleic acids through KOH-catalysed dehydration of ricinoleic acid. *Chem Phys Lipids* 2002 ; 119 : 23-31.
10. Sébédio JL, Bretillon L, Chardigny JM. Conjugated linoleic acid (CLA) and functional food? *OCL* 2001 ; 8 : 328-32.