

***Jatropha curcas* L. Su composición nutricional y detoxificación para uso en alimentación animal. Artículo reseña.**

***Jatropha curcas* L. His composition nutritional and detoxification for use in animal nutrition. I articulate review.**

Jessika Massó Matos¹, Abel Ortiz Milán² y Román Rodríguez Bertót³

¹ Centro de Estudios de Tecnologías Agropecuarias y Forestales. Facultad Agroforestal. Universidad de Guantánamo. Cuba.

² Unidad Docente Maguana. Facultad Agroforestal. Universidad de Guantánamo. Cuba.

³ Centro de Estudios de Producción Animal. Universidad de Granma. Cuba.

Código ORCID

<https://orcid.org/0000-0002-1626-8883>

<https://orcid.org/0000-0003-2641-1767>

email

jessikamm@cug.co.cu

abel@cug.co.cu

rrodriguez@udg.co.cu

RESUMEN

Jatropha curcas L es una planta tropical y se utiliza, actualmente, como fuente de biodiesel. La torta, después de la extracción de aceite, es rica en proteínas y es una fuente potencial de alimento para el ganado; sin embargo, está compuesta por un grupo de sustancias tóxicas, incluyendo ésteres de forbol y otros antinutrientes. Por sus características nutritivas podría usarse satisfactoriamente, en la alimentación de monogástricos; al sustituir gran parte de los cereales que se utilizan para la elaboración de concentrados. El tratamiento de la torta residual de la *Jatropha curcas* mediante variantes de fermentación, pudiera ser la forma más viable para su aprovechamiento, al tiempo que se eliminarían los riesgos de contaminación con impacto ambiental y económico positivo. Por lo anterior expuesto, se realizó un estudio sobre la planta de *Jatropha curcas* así como un posible método para su detoxificación, con vistas a su empleo en la alimentación animal.

Palabras claves: *Jatropha curcas*, detoxificación, ésteres de forbol (PMA), monogástricos

SUMMARY

Jatropha curcas L is a tropical plant and is currently used as a source of biodiesel. The cake, after oil extraction, is rich in protein and is a potential source of food for livestock; however, it is composed of a group of toxic

substances, including esters of phorbol and other antinutrients. Due to its nutritional characteristics it could be used satisfactorily, in the feeding of monogastrics; by replacing much of the cereals that are used to make concentrates. The treatment of the residual cake of the *Jatropha curcas* by means of fermentation variants, could be the most viable form for its use, while eliminating the risks of contamination with positive environmental and economic impact. Due to the above, a study was carried out on the *Jatropha curcas* plant as well as a possible method for its detoxification, with a view to its use in animal feed.

Keywords: *Jatropha curcas*, detoxification, forbol esters (PMA), Mono-gastric.

INTRODUCCION

Generalidades sobre la planta de *Jatropha curcas* L. Descripción, distribución, hábitat

La especie botánica *Jatropha curcas* pertenece a la familia *Euphorbiaceae*, y fue clasificada con este nombre por Carlos Linneo en 1753 (Roig, 1974). La denominación del género se deriva del griego *iatrós*, que significa “médico” y *trophé* (alimento), en clara alusión a sus múltiples usos medicinales (Heller, 1996; Patil, 2004). El significado de ‘curcas’ no se conoce con exactitud, aunque se sabe que fue utilizado por el médico portugués García de Orto en 1563 al referirse a ‘ciertas semillas’ de plantas medicinales tropicales (ICRAF, 2002).

Nombres comunes. Esta planta es conocida como Piñón criollo, Piñón lechero, Piñón vómico, Piñón purgante, Tempocte, Tápate, Piñón de India, Sangregado, Tártago (Puerto Rico), Physicnut (Avellana purgante, en países de habla inglesa), Piñoncillo (México), Pinón (Guatemala); Coquillo, Tempate (Costa Rica); Tártago (Puerto Rico), Piñol (Perú) (Roig, 1974; Joker, 2003).

Descripción botánica. Arbusto o árbol pequeño, que puede alcanzar hasta 8 metros de alto, pero usualmente bajo, con la corteza pálida y casi lisa. Las ramas contienen látex, lo cual justifica el nombre de Piñón lechero. Tiene hojas verdes con una longitud y anchura de 6 a 15 cm, con 5-7 lóbulos poco profundos, las mismas tienen entre 5-7 nervaduras desde la base, son casi lisas pero más o menos pilosas debajo de las nervaduras. Las hojas se colocan

alternadamente. Florece entre Abril y Mayo, presentando inflorescencias pequeñas, densas, largo-pedunculadas, con muchas flores, hembras y machos en el mismo árbol. El fruto es una cápsula de 2-3 celdas, de forma elipsoidal. Las semillas son pálidas, con líneas negras conspicuas, oblongo-elipsoidales (Heller, 1996; Henning, 2004; Patil, 2004). En Anexos, Figura 1, se muestra la planta con sus frutos.

Distribución y hábitat. Aunque existe una amplia controversia con respecto al origen de esta planta, todo parece indicar que es originaria de México y la América Central (Heller, 1996). Hoy día se encuentra distribuida por toda la América tropical, el Caribe, y en las regiones tropicales y subtropicales de África y Asia (Joker, 2003).

Esta planta en ocasiones se encuentra de forma espontánea en terrenos yermos y en faldas de colinas. Está bien adaptada a las regiones áridas y semiáridas, es muy tolerante a condiciones extremas y crece en un amplio rango de condiciones edáficas y climáticas. Se presenta principalmente a bajas altitudes (0-500 m), en áreas con temperaturas medias anuales por encima de los 20 °C, aunque puede crecer en regiones más frías. Crece sobre suelos con buen drenaje y aireación y está bien adaptada a suelos marginales, con bajo contenido de nutrientes (Joker, 2003; Patil, 2004; Agrobios Newsletter, 2005).

Rendimiento. El rendimiento de esta planta por hectárea es de cinco toneladas de semilla, de las cuales dos toneladas son de aceite y una tonelada es de pasta residual, (Martínez *et al.*, 2004).

***Jatropha curcas* como fuente de proteína alimenticia. Toxicidad**

Obtención de la torta. La torta que resulta del prensado del fruto de *J. curcas* es un subproducto obtenido de la semilla una vez que se le extrae el aceite, el cual tiene poco valor comercial debido principalmente a la presencia de compuestos tóxicos (ésteres de fórbol y curcina) y antinutricionales (inhibidores de tripsina, ácido fítico y curcina). Esta se ha evaluado como sustrato para la producción de biogás (Ali *et al.*, 2010; Raheman y Mondal, 2012) y bioetanol celulósico (Ncube *et al.*, 2012), y como biofertilizante (Raheman y Mondal, 2012) y fungicida (Saetae y Suntornsuk, 2011). La torta derivada de la extracción de aceite tiene un alto potencial para complementar y sustituir a la harina de soya (Belewu y Sam, 2010). Una vez detoxificada, puede ser

utilizada como alimento animal, por su alto contenido y calidad de la proteína (Makkar *et al.*, 1998; Abou-Arab y Abu-Salem, 2010; Aguirre, 2011; Saetae y Suntornsuk, 2011).

Composición nutricional. Las semillas de *Jatropha curcas* pueden contener hasta un 60% de aceite (Francis *et al.*, 2003). La pasta residual después de la extracción del aceite es rica en proteína (60-65%), de la cual el 90 % es proteína verdadera. Esta presenta esta un perfil de aminoácidos esenciales superior al de la proteína de referencia de la FAO, excepto para la lisina (Makkaret *al.*, 1998; Makkar y Becker, 1999). Su composición puede compararse con las tortas de otras semillas usadas como forraje (Tabla 1). La digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica y la energía metabolizable (77,3 % y 10,7 MJ/kg de materia seca, respectivamente) son similares a las de las harinas de girasol y semillas de algodón (Aderibigdeet *al.*, 1997). Por todas estas razones, esta podría ser transformada en un excelente alimento balanceado para aves, ganado e incluso peces (Francis *et al.*, 2003).

Tabla 1. Composición química (% dase materia seca) de la harina de *jatropha curcas* (de Nicaragua) comparada con la harina de soya

Constituyentes	Almendra (60% m.m ⁻¹ de la semilla	Almendra (40% m.m ⁻¹ de la semilla	Harina	Harina de soya
Proteína bruta	25,6	4,5	61,2	45,7
Lípidos	56,8	1,4	1,2	1,8
Cenizas	3,6	6,1	10,4	6,4
Energía bruta, MJ.Kg ⁻¹	30,5	19,5	18,3	19,4
Fibra detergente neutra	3,5	85,8	8,1	17,2
Fibra detergente ácida	3,0	75,6	6,8	12,2
Lignina detergente ácida	0,1	47,5	0,3	0,0

Fuente: Makkare *et al.* (1998). *Food Chem.* 62, 207-215

Toxicidad. En la semilla de *J. curcas* están presentes algunos factores antinutricionales como lectinas (curcina), ésteres de forbol, saponinas, inhibidores de proteínas y fitatos (ver Tabla No. 2) (Makkaret *al.*, 1998) por lo

que el proceso de prensado de la semilla, ni el aceite procedente de este prensado, debe usarse en el consumo humano o animal. Los ésteres de forbol son considerados el elemento principal de toxicidad en *Jatropha* (Makkar y Bekker, 1997). Se han llevado a cabo experimentos en alimentación de peces para determinar su toxicidad así como la influencia de calor y tratamiento de álcali en la torta. Las semillas usadas para la alimentación cuando son tratadas con calor muestran menos toxicidad que el material no tratado (Aderibigbe, 1997; Makkar y Bekker, 1999; Aregheoreet *al.*, 2003; Chivandi y *et al.*, 2004).

Tabla 2. Principales antinutrientes en la harina de semillas de *Jatropha curcas*

Componente	% base seca
Ésteres de forbol (mg.g ⁻¹ almendra)	2,79
Fenoles totales (% ácido tánico equivalente)	0,36
Taninos (%ácido tánico equivalente)	0,04
Fitatos (% materia seca)	9,40
Saponinas (% diosgenina equivalente)	2,60
Inhibidor de tripsina (mg tripsina inhibida por g muestra)	21,3
Lectinas (1mg de harina que produjo hemoaglutinación por mL de medio de ensayo)	102

Fuente: Makkar *et al.* (1998)

La resistencias de los ésteres de forbol a las condiciones térmicas e, incluso, a la ebullición del aceite, ha llevado a investigaciones para la detoxificación de estas semillas, mediante la extracción con solventes orgánicos y con tratamientos químicos combinados. Diversos autores, como Aregheore *et al.* (2003), Martínez *et al.* (2006) y Rakshit *et al.* (2008), han empleado etanol, metanol, álcalis [NaOH y Ca (OH)₂], combinaciones alcohol-álcalis, etanol-NaHCO₃ y NaOH-Na- ClO, reportando disminuciones por encima del 40%, en el contenido de ésteres de forbol. Desintoxicaciones por métodos térmicos han reportado disminuciones en actividad de antinutrientes, por tratamientos secos y disminución en la actividad de lectina, por tratamiento húmedo, a partir de los 30 minutos de cocción (Rakshit *et al.*, 2008).

Detoxificación. Para la detoxificación de la harina de *J. curcas*, con vistas a su empleo en la alimentación animal o humana, se han descrito tratamientos químicos diversos, tales como extracción con solventes (etanol, metanol, hexano), tratamientos con álcalis y agentes oxidantes (hipoclorito de sodio), unido a tratamientos térmicos a altas temperaturas y presiones, con vapor o aire seco (Makkar; Aregheore *et al.*, 2003.; Chivandi *et al.*, 2004). Salvo unas pocas excepciones, los resultados no han sido favorables y cuando lo han sido, su costo en términos económicos ha resultado muy elevado (Aregheore *et al.*, 2003.; Chivandi *et al.*, 2004). Por otro lado, estos tratamientos afectan las cualidades organolépticas de la harina, lo cual dificulta su aceptación por los animales (Aregheore *et al.*, 2003).

La fermentación en estado sólido, alternativa para el manejo de residuos de cosecha

Tradicionalmente la mayoría de los productos de origen biotecnológico se generan por medio de fermentaciones en medios líquidos, sin embargo en los últimos veinte años se ha desarrollado la fermentación en estado sólido, ya que tiene grandes ventajas sobre las fermentaciones líquidas; entre ellas está, una mayor productividad por gramo de sustrato empleado, 30-80 g/L en las fermentaciones líquidas y 100-300 g.L⁻¹ en las fermentaciones sólidas; menores costos en la recuperación de productos, empleo de gran variedad de sustratos, fácil aireación, consumo limitado de agua, no producción de efluentes y menores costos de operación y equipo entre otras. (Viniegra *et al.*, 2003).

La fermentación en estado sólido es un proceso que permite transformar residuos orgánicos en productos con un alto valor agregado como enzimas, antibióticos y ácidos orgánicos, entre otros; o se puede emplear para la producción de alimentos, detoxificación de residuos y enriquecimiento proteico. (Echavarría *et al.*, 003).

Onteru *et al.* (2010) destacan que, la Fermentación en Estado Sólido (FES), se consolida como una alternativa para la alimentación animal, gracias a este proceso biotecnológico los residuos de cosecha y desechos agroindustriales se pueden convertir en alimentos energético-proteicos, de alto valor nutricional que en un momento dado sustituyan total o parcialmente los alimentos

balanceados, que encarecen sensiblemente los costos de producción, haciendo cada vez menos rentables las explotaciones pecuarias.

La alimentación animal, históricamente ha competido por materias primas con la alimentación humana, ya que algunas de ellas como el maíz, el sorgo, la soya, etc., constituyen la base de los alimentos concentrados y es allí donde se genera la rivalidad entre estos; por tal razón, es necesario plantear alternativas de alimentación animal basada en fuentes y alimentos no convencionales (residuos de cosecha, materiales fibrosos, desechos de la industria, etc.) y es aquí, donde opciones biotecnológicas como las fermentaciones y en especial la fermentación en estado sólido (FES), se consolidan como una alternativa para la generación de alimentos proteico-energéticos de buena calidad y de bajo costo. (Echavarría et al., 2003).

CONCLUSIÓN

La búsqueda de procedimientos económicos, técnicos y ambientalmente viables, para la detoxificación de la harina de *J. curcas*, constituye un reto para los investigadores. El uso de procesos fermentativos, se erige como una prometedora alternativa para la modificación favorable de las propiedades de este posible alimento y la reducción de sus limitantes nutricionales para su uso en la alimentación animal.

Referencias Bibliográficas

1. ABOU-ARAB, A. A. & ABU-SALEM, F. M. Nutritional quality of *Jatropha curcas* seeds and effect of some physical and chemical treatments on their antinutritional factors. *Afr. J. Food Sci.* 4 (3):93-103, 2010.
2. ADEREBIGBE A O, E L O C JHONSON, S P H MAKKAR, K BECKER, FOILD N. Chemical composition and efect of heat on organic matter and nitrogen degradability and some antinutritional components of *Jatropha* meal *Animal Feed Science Technology*. 1997. 67:223-243.
3. AGUIRRE, R. J. *Reutilización de la pasta residual del piñón (Jatropha curcas)*, resultante de la extracción del aceite, destinado para la

mejora de alimentación en pollos broilers de 0-21 días en la empresa Pronaca S.A. Cantón-Quito. Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos. Quito: Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Universidad de las Américas, 2011.

4. 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 J. Nat. Sci.* 2003. 21: 50-56 Pág.
5. CHIVANDI, E.; MTIMUNI, J.P.; READ, J.S.; MAKUZA, S.M. Effect of processing method on phorbol ester 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*, 2004. 7: 1001-1005 Pág.
6. ECHAVARRÍA J, LÓPEZ P, MATO S. Alternativas para la alimentación animal utilizando fermentación en estado sólido, *Revista Avanzada Científica*. 2003; 6(1):1-13 Pág.
7. HELLER, J. Physic nut, *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1. International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italia. 1996.
8. HENNING, R.K. "The *Jatropha* system": Integrated rural development by utilization of *Jatrophacurcas* L. (JCL) as raw material and as renewable energy. En: *Möglichkeiten und Grenzen erneuerbarer Energien in Tansania Erfahrungen in der Partnerschaftsarbeit*, Hamburgo, Alemania. 2004.
9. ICRAF Agroforestry Database. En: (En línea) www.worldagroforestrycentre.org/Sites/TreeDBS/AFT/AFT.htm. 2002.
10. JOKER, D. *Jatropha curcas* L. Seed Leaflet, No. 83, Agosto de 2003. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Dinamarca. 2003.
11. MAKKAR, H. P. S.; ADERIBIGBE, A. O. & BECKER, K. Comparative evaluation of nontoxic and toxic varieties of *Jatropha curcas*

for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. *Food Chem.* 1998. 62 (2): 207-215 Pág.

12. MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Plant toxins and detoxification methods to improve feed quality of tropical seeds Review. *Asian Australian Journal of Animal Science*, 1999 12: 467-480 Pág.
13. MARTÍNEZ, J.; SIDDHURAJU, P.; FRANCIS, G.; DÁVILA, 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 Chem.* 2006. 96: 80-89 Pág.
14. NCUBE, T.; HOWARD, R. L.; ABOTSI, E. K.; JANSEN VAN RENSBURG, E. L. & NCUBE, I. *Jatropha curcas* seed cake as substrate for production of xylanase and cellulase by *Aspergillus niger* FGSCA733 in solid-state fermentation. *Ind. Crop. Prod.* 2012. 37 (1):118-123 Pág.
15. ONTERU S, AMPAIRE A. Y ROTHSCCHILD M. Biotechnology developments in the livestock sector in developing countries. *Biotechnol Genet Eng Rev.* 2010; 27:217-228 Pág.
16. OSONIYI, O.; ONAJOBI, F. Coagulant and anticoagulant activities in *Jatropha curcas* latex. *Journal of Ethnopharmacology.* 2003 89: 101-105 Pág.
17. PATIL, V.R. *Jatropha – An alternative to diesel.* Agriculture and Industrie Survey. Vadamalai Media Group, Bangalore, India. 2004. Vol. 13, No. 5.
18. RAHEMAN, H. & MONDAL, S. Biogas production potential of *Jatropha* seed cake. *Biomass Bioenerg.* 2012. 37:25-30 Pág.
19. RAKSHIT, K.; DARUKESHWARA, J.; RATHINA, K.; NARASIMHAMURTHY, K.; SAIBABA, P.; BHAGYA, S. Toxicity studies of detoxified *Jatropha* meal (*Jatropha curcas*) in rats. *Food Chem Tox.* 2008. 46: 3621-3625 Pág.
20. ROIG JT. *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba.* Edición Ciencia y Técnica. La Habana. Cuba. 1974. 949 Pág.

21. SAETAE, D. & SUNTORNUSUK, W. Toxic compound, anti-nutritional factors and functional properties of protein isolated from detoxified *Jatropha curcas* seed cake. *Int. J. Mol. Sci.* 2011. 12 (1): 66-77 Pág.
22. SHAH, S.; SHARMA, S.; GUPTA, M.N. Biodiesel preparation by lipase catalyzed transesterification of *Jatropha* oil. *Energy and Fuels*. 2004. 18: 154-159 Pág.
23. VINIEGRA, G. *et al.* Advantages of fungal enzyme production in solid state over liquid fermentation systems. *En: Biochemical Engineering Journal*. 2003. V. 13. 157-167 Pág.