

CONTENIDOS

Ámbito Nacional

Proyecto internacional BIOMAS-CUBA con el Grupo LABIOFAM

Globales

Investigan un alga australiana como biocombustible para aviones

Nuevo biocombustible de aviación aprobado

Ecopetrol obtiene patente de invención para producción de un diésel limpio

KLM lanza vuelos impulsados con biocombustible

La Propuesta del Mes

Caracterización de la torta obtenida del prensado del fruto de *Jatropha curcas*



EDITORIAL

Estimado lector:

La producción de biodiésel ha generado internacionalmente detractores y defensores, todo depende del enfoque de implementación de las políticas y acciones asociadas a su desarrollo.

*Si se utilizan cultivos alimenticios, se realiza en plantaciones de monocultivo en tierras que se deforestan y se emplean agroquímicos, entonces se afecta la seguridad alimentaria y el medioambiente; pero si se utilizan plantas oleaginosas no comestible, como *Jatropha curcas*, se siembran intercaladas con cultivos alimenticios en suelos degradados y se recurre a prácticas de manejo agroecológicas, entonces se contribuye a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad energética local, así como a recuperar suelos, contribuir a la reforestación y al secuestro de carbono. Este es el enfoque que ha promovido la Estación Experimental “Indio Hatuey” y sus aliados en el marco del proyecto internacional BIOMAS-CUBA, apoyado financieramente por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), desde 2009.*

*Los principales logros alcanzados han sido el establecimiento de bancos de germoplasma de plantas no comestibles con potencial para la producción de biodiésel, con estudios morfoagronómicos y físico-químicos, la siembra y establecimiento de 446 hectáreas de *Jatropha* y cultivos de ciclo corto en siete municipios de las provincias de Guantánamo, Holguín, Granma, Las Tunas, Sancti Spíritus y Matanzas, la instalación de una planta de producción de biodiésel en Guantánamo y de instalaciones de secado, descascarado y prensado en otras provincias, lo cual contribuye al programa que lidera LABIOFAM, con el cual se ha establecido una alianza. Las perspectivas es llegar a 1 656 hectáreas y siete plantas de biodiésel en 2024.*

Dr.C. Jesús Suárez Hernández

*Investigador Titular, Estación Experimental “Indio Hatuey”
(Universidad de Matanzas).*

Director Ejecutivo, proyecto BIOMAS-CUBA



IMPOR TANT E

La información que se publica en el boletín no es responsabilidad de la editorial CUBAENERGÍA.

REDACCIÓN renovable.cu

CUBAENERGÍA, Calle 20 No 4111e/18ª y47, Miramar, Playa, Ciudad de La Habana, CUBA. Teléfono: 72062064. www.cubaenergia.cu/ Consejo

Editorial: Lic. Manuel Álvarez González/ Ing. Anaely Saunders Vázquez. Redactor Técnico: Ing. Antonio Valdés Delgado. Edición: Lic. Lourdes Gonzalez Aguiar. Compilación/ Maquetación: Grupo de Gestión de Información. Diseño: D.i. Miguel Olano Valiente. Traducción: Lic. Odalys González Solazabal.

RNPS 2261

envíe sugerencias o comentarios a: renovablecu@cubaenergia.cu

Ámbito Nacional

BIOCOMBUSTIBLES



PROYECTO INTERNACIONAL BIOMAS-CUBA CON EL GRUPO LABIOFAM

26/4/2016

M.Sc. José A. Sotolongo Pérez, Asesor del Programa de Biodiesel, LABIOFAM, y Especialista de BIOMAS-CUBA. jasp@labiofam.gtm.minag.cu

Dr.C. Jesús Suárez Hernández

Investigador Titular, Estación Experimental "Indio Hatuey" (Universidad de Matanzas) y Director Ejecutivo, proyecto BIOMAS-CUBA. jesus.suarez@ihatuey.cu

La alianza conjunta entre el proyecto internacional BIOMAS-CUBA con el Grupo LABIOFAM para implementar el Programa Nacional de Biodiesel, desde 2014, ha permitido incrementar las áreas plantadas con *Jatropha curcas* asociada a cultivos alimenticios de ciclo corto, de 171 a 446 hectáreas. Dichas plantaciones se encuentran en los municipios Perico y Martí (Matanzas), Cabaiguán (Sancti Spiritus), Guantánamo (Guantánamo), Jobabo (Las Tunas), Calixto García (Holguín) y Media Luna (Granma) –en estos dos últimos territorios se encuentra el 51% de las plantaciones-. Es destacable el apoyo del proyecto internacional Agroenergía (financiado por la Unión Europea y la ONG portuguesa Oikos) que ha posibilitado la siembra de 95 hectáreas en Martí, y de un proyecto del Programa Nacional de Energía Renovable del MINEM y CITMA que posibilita las investigaciones y el desarrollo de tecnologías.

En el proceso de investigación, desarrollo tecnológico y de innovación asociado, se destaca la participación, además de la Estación Experimental "Indio Hatuey", de las Universidades de Matanzas y Oriente, la Dirección Nacional de Ingeniería de LABIOFAM y su Sucursal en Guantánamo, las Estaciones de Pastos de Las Tunas y Sancti Spiritus, y la Facultad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, lo cual ha contribuido a la evaluación morfoagronómica y físico-química de varias especies de arbóreas con potencial para la producción de biodiesel, las investigaciones en manejo agronómico de asociaciones de *Jatropha* con cultivos, el desarrollo de una tecnología para la producción de biodiésel, la evaluación preliminar de diversos co-productos del proceso (aceite, cáscara del fruto, torta del prensado, látex de las ramas, glicerol) para control de patógenos bacterianos y garrapatas, jabón, alimento animal, grasas y lubricantes, aditivos mejoradores de la lubricidad del diésel, toxicidad oral, dérmica y oftálmica, entre otros.

Globales



INVESTIGAN UN ALGA AUSTRALIANA COMO BIOCOMBUSTIBLE PARA AVIONES

27/4/2016

<http://www.efe.com/efe/espana/sociedad/investigan-un-alga-australiana-como-biocombustible-para-aviones/10004-2909003>

Un alga de agua dulce que crece en el norte de Australia podría ser una alternativa para producir biocombustible de alta calidad para los aviones, según una investigación realizada por un equipo internacional publicada hoy.

Los científicos de la Universidad James Cook y Universidad de Sídney, en Australia, y la Universidad Ben Gurion, en Israel, desarrollaron un proceso de prueba para crear este biocombustible a partir del alga *Oedogonium*, que es baja en nitrógeno, y que se convierte en un biocombustible crudo que se combina con otro sintético.

"El *Oedogonium* es una especie fuerte no invasora, altamente productiva y fácil de cultivar a gran escala con aguas residuales. Esto hace que esta alga sea una fuente atractiva de biomasa para ser procesada y crear combustibles renovables y químicos", señaló Rocky Nys, líder de la investigación.

El alga que cultivaron los investigadores se hizo bajo condiciones especiales, ajustándose a las necesidades del proyecto, sin que esto suponga un conflicto con los recursos agrícolas destinados a la alimentación, según un comunicado de la Universidad James Cook.

"En el proceso de transformación del alga de agua dulce a un equivalente de petróleo crudo, los científicos afrontaron el reto de la presencia de nitrógeno vinculado a las proteínas de esta planta", según explicó Thomas Maschmeyer, otro de los investigadores que participaron en el experimento.

"Sin embargo, el contenido de nitrógeno, puede ser controlado en distintos puntos de la cadena de producción que va desde la biomasa hasta el combustible de alto grado", remarcó Maschmeyer al referirse al estudio publicado en la revista científica "Energy&Environmental Science".



NUEVO BIOCOMBUSTIBLE DE AVIACIÓN APROBADO

22/I 2016

<http://www.aviacol.net/noticias/nuevo-biocombustible-aviacion-aprobado-faa.html>

La Administración Federal de Aviación FAA de los Estados Unidos ha tenido un desempeño integral en el desarrollo, prueba y aprobación de nuevas alternativas ecoamigables para combustibles de aviación para aeronaves jet, y han llevado a cinco el total de estos productos aprobados para su uso en el transporte aéreo.

Este nuevo combustible hará el viaje por avión más sustentable, ambientalmente, e incrementará los recursos energéticos. En contraste con los combustibles tradicionales basados en petróleo, estos nuevos combustibles alternativos pueden reducir las emisiones contaminantes y son renovables.

En colaboración con la industria de la aviación, la FAA aprueba nuevos caminos para encontrar combustibles renovables a través de ASTM International. El trabajo asociado de la FAA ContinuousLowerEnergy y de Emissions and Noise, fue crucial en completar los pasos necesarios para apoyar la aprobación internacional de este nuevo combustible, conocido como Alcohol to Jet SyntheticParaffinic Kerosene (ATJ-SPK). Este es creado de un alcohol llamado isobutanol que se deriva de fuentes renovables como el azúcar, el maíz o desechos forestales.

Otros combustibles previamente aprobados incluyen las iso-parafinas sintetizadas que convierten azúcares en combustible de jet; esteres hidroprocesados y FattyAcidsSyntheticParaffinic Kerosene (HEFA-SPK), que usan grasas y aceites; Fischer-TropschSyntheticParaffinic Kerosene (FT-SPK) y Fischer-TropschSynthetic Kerosene Aromatics (FT-SKA), producidos de biomasa renovables como desechos sólidos municipales, desechos de la agricultura o desechos forestales. Estos también pueden obtenerse de fuentes fósiles como carbón y gas natural.



ECOPETROL OBTIENE PATENTE DE INVENCION PARA PRODUCCION DE UN DIESEL LIMPIO

12/4/2016

<http://www.elspectador.com/noticias/economia/ecopetrol-obtiene-patente-de-invencion-produccion-de-un-articulo-626636>

Ecopetrol informó que la Corporación de Propiedad Intelectual de Malasia, en nombre del gobierno malayo, otorgó patente de invención al proceso denominado “obtención de diésel a partir de aceites vegetales o animales por hidrotratamiento con tiempos de residencia reducidos y productos obtenidos a partir del mismo”.

Dice la petrolera colombiana que mediante dicho proceso, desarrollado en el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP), se obtiene un biocombustible llamado Biocetano. Este resulta de la adición de hidrógeno a los aceites vegetales, animales u otras fuentes, lo cual elimina el oxígeno presente en estas materias primas, y se obtiene como resultado un biocombustible renovable compatible con el diésel del petróleo, pero con propiedades de desempeño en los motores muy superiores.

“El producto final es de alta calidad y especificaciones, y no contiene azufre, ni aromáticos, lo que tiene un gran impacto en la protección del medio ambiente y en el mercado de los combustibles”, precisa el informe de prensa de Ecopetrol.

El Biocetano, presenta mayor eficiencia en motores diésel por tener un alto número de cetano y mayor poder calorífico que los combustibles convencionales, por lo que su mezcla con diésel de origen fósil da origen a mezclas más eficientes y menos contaminantes.

Esta misma tecnología ya cuenta con patente otorgada a Ecopetrol en Colombia y han sido radicadas solicitudes de protección intelectual en el 2010 en Estados Unidos, Brasil, Europa e Indonesia. Esta es la segunda patente que se otorga a Ecopetrol en 2016 y con la cual suma un total de 71 vigentes.



KLM LANZA VUELOS IMPULSADOS CON BIOCOMBUSTIBLE

<http://a21.com.mx/innovacion/2016/04/03/klm- lanza-vuelos-impulsados-con-biocombustible>

03/04/2016

La aerolínea danesa, KLM lanzó una serie de 80 vuelos entre Oslo y Ámsterdam, en los que se utilizará biocombustible en el avión Embraer E190.

El combustible que se utilizará en esta serie de vuelos está producido con materiales RSB (RoundtableonSustainableMiomateriales), como es el aceite de camelina, y está en total concordancia con los estándares de la Unión Europea.

Los vuelos saldrán del aeropuerto Avinor de Oslo, pues desde enero, este es el único que suministra biocombustible.

“Los vuelos con KLM representan la primera iniciativa de Embraer para desarrollar una serie de vuelos que utilicen biocombustibles de manera regular”, dijo el presidente de Embraer Europa, Jorge Ramos, en un comunicado.

envíe sugerencias o comentarios a: renovablecu@cubaenergia.cu

El precio entre el combustible fósil y el biocombustible es el mayor reto para los próximos años, por lo que buscamos crear un mercado estable para el biocombustible. Por lo tanto, la conexión entre gobierno, industria y clientes es crucial», dijo el presidente de SkyNRG (comercializadora de biocombustible), Maarten van Dijk.

Eventos



IV CONVENCIÓN INTERNACIONAL AGRODESARROLLO 2016

Lugar: Varadero, Cuba
Fecha: 23/10/2016- 30/10/2016

<http://agrodesarrollo2016.ihatuey.cu/>

La convención incluye: XI Taller Internacional "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical", V Simposio Internacional "Extensionismo, transferencia de tecnologías, aspectos socioeconómicos y desarrollo agrario sostenible" y IV Taller Internacional "Agroenergía y seguridad alimentaria".

Se estructura:

- gira pre-evento (23-24 de octubre)
- evento científico (25-28 de octubre)
- curso post-evento (28-30 de octubre)

Idea central: "La agroenergía como base del desarrollo agrario sostenible".



WORLD BIOENERGY CONGRESS AND EXPO

Lugar: Roma, Italia
Fecha: 13/06/2016- 14/06/2016

<http://www.isafsymposium.org/submenu/introduction/conference-information.html>



OLEOFUELS 2016

Lugar: Liverpool, Reino Unido
Fecha: 21/6/2016- 22/6/2016

<http://www.wplgroup.com/aci/event/oleofuels/>



2ND INTERNATIONAL CONGRESS AND EXPO ON BIOFUELS & BIOENERGY

Lugar: Sao Paulo, Brazil
Fecha: 29/8/2016- 31/8/2016

<http://biodiesel.conferenceseries.com/>



9TH BIOFUELS INTERNATIONAL CONFERENCE

Lugar: Ghent, Bélgica
Fecha: 21/9/2016- 22/9/2016

<http://biofuels-news.com/conference/>



ARGUS BIOFUELS AND FEEDSTOCKS 2016

Lugar: Londres, Reino Unido
Fecha: 18/10/2016- 20/10/2016

https://www.argusmedia.com/events/argus-events/europe/argus-euro-biofuels/home/?utm_source=Magnet&utm_medium=Email&utm_campaign=Lon-Conf-Biofuels16-p3





ICBB 2016: 18TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOFUELS AND BIOENERGY

Lugar: Paris, Francia

Fecha: 29/12/2016- 30/12/2016

<https://www.waset.org/conference/2016/12/paris/ICBB>

La Propuesta del Mes

CARACTERIZACIÓN DE LA TORTA OBTENIDA DEL Prensado DEL FRUTO DE JATROPHA CURCAS

Pastos y Forrajes, Vol. 39, No. 1, enero-marzo, 72-75, 2016

Rosa M. Rodríguez-Calle¹, J. Suárez-Hernández¹, Yanet Támbara-Hernández²

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey Universidad de Matanzas. Ministerio de Educación Superior Central España Republicana CP 44280, Matanzas, Cuba

²Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, La Lisa, La Habana, Cuba

Correo electrónico: rosa.maria@ihatuey.cu

Resumen

Jatropha curcas posee un potencial considerable, que radica en su alto contenido de aceite para la producción de biodiesel. Se realizó un estudio con el objetivo de determinar algunos indicadores químicos de la torta obtenida del prensado del fruto de esta oleaginosa. Se obtuvieron los siguientes valores: humedad: 3,80 %; ceniza: 7,02 %; contenido de extractos en agua: 10,7 %; contenido de extractos en etanol: 6,3 %, lo que indicó que la cantidad de compuestos solubles en solventes polares fue alta. El valor promedio de la lignina de Klason fue de 6,32 %. La torta estaba compuesta por 51,9 % de carbohidratos (los glucanos representaron el 31,7 %) y 32,2 % de proteína cruda. Se concluye que la torta de *J. curcas*, previamente detoxificada, se convierte en una alternativa para su empleo en la alimentación animal.

Palabras clave: alimentación de los animales, biodiesel, carbohidratos, proteínas

Introducción

El agotamiento de los combustibles fósiles ha conllevado el desarrollo de estudios para obtener fuentes alternativas de energía, en correspondencia con las condiciones de cada país. Se han estudiado diferentes variedades de plantas con rendimientos satisfactorios, como la higuera (Ricinus communis L.), el girasol (Helianthus annuus L.), la palma africana (Elaeis guineensis Jacq.), la soya (Glycine max), la colza (Brassica napus L.), el maíz (Zea mays), el algodón (Gossypium herbaceum) y la jatropha (*Jatropha curcas*), según lo señalado por Singh et al. (2008), *J. curcas* es una arbórea nativa de México y América Central, pero se encuentra en otros países de América Latina, Asia y África (Liu et al., 2007).

En Cuba está presente en casi todas las provincias. La explotación de esta planta cada día se extiende con mayor fuerza en la India, China, Brasil, Guatemala y en algunos países africanos, los cuales están trabajando para perfeccionar las técnicas de cultivo y el procesamiento industrial de su biomasa y/o residuo. Es una especie multipropósito, con innumerables atributos y un potencial considerable.

Esta planta puede ser una excelente alternativa para los agricultores en la reforestación de zonas erosionadas que se encuentran en regiones donde sus cultivos han perdido el valor comercial, e incluso puede emplearse como una especie alternativa. El aceite de sus semillas tiene usos nutricionales y culinarios, y se ha incorporado también en la producción de cosméticos y jabón.

envíe sugerencias o comentarios a: renovablecu@cubaenergia.cu

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).

El objetivo de este estudio fue realizar una caracterización química de la torta obtenida del prensado del fruto de *J. curcas*.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EPPF IH), situada en una zona aledaña a la comunidad España Republicana, municipio Perico, provincia de Matanzas; en el punto geográfico determinado por los 22° 48' y 7" de latitud norte y los 81° y 2' de longitud oeste, a 19,01 msnm (Academia de Ciencias de Cuba, 1989).

Obtención y caracterización de la materia prima

La torta provenía de un proceso previo de extracción de aceite, realizado de forma mecánica a temperatura de 60°C, para lo cual se empleó una prensa hidráulica con adaptación de un sistema de vacío. Se analizaron 5 muestras de torta, de 1 kg de peso cada una, estas se molieron y se pasaron a través de un tamiz cuyo diámetro era de 2 µm, con el objetivo de lograr un tamaño de partícula más uniforme. Posteriormente, se conservó en bolsas de nailon a una temperatura de -20 °C hasta su posterior uso.

Se determinaron los siguientes indicadores: el contenido de humedad y de ceniza, los extractos en agua y en etanol, la lignina de Klason (como el residuo de la hidrólisis ácida analítica de la biomasa) y los carbohidratos (cromatografía líquida de alta resolución) según las técnicas descritas por la AOAC International (2000). Además se determinó el contenido de proteína cruda por el método Kjeldahl (Gaviria y Bernal, 1995).

Resultados y discusión

La torta residual tuvo 3,8 % de humedad, lo que representa el contenido de agua de la muestra. Ello se debió a la acumulación de materia seca (mayormente aceite y proteína) en la semilla durante su maduración. En estudios realizados a semillas de *J. curcas* procedentes de Paraguay y Argentina se encontraron contenidos de humedad significativamente diferentes ($6,50 \pm 0,10$ y $7,20 \pm 0,10$, respectivamente), según señalan Montes et al. (2011).

El valor promedio de ceniza de la torta residual fue de 7,02 %, el cual brinda una aproximación de su contenido de minerales. Este resultado coincide con los de Saetae y Suntornsuk (2010), Saetae y Suntornsuk (2011) y Saetae et al. (2011), quienes obtuvieron alrededor de 8 % de ceniza en la torta de *J. curcas* resultante de la extracción de aceite. Por su parte, Makkar et al. (1998) y Martínez-Herrera et al. (2006) hallaron un rango de 4,4-4,8 % de ceniza.

El contenido de extractos en agua y en etanol fue de 10,65 % y 6,32 %, respectivamente, lo cual indica que la cantidad de compuestos solubles (proteínas, carbohidratos y minerales) en solventes polares fue alta. Todos estos compuestos resultan de gran importancia desde el punto de vista nutricional, ya que son considerados la fracción energética de la muestra, que aporta la energía necesaria para que ocurran los procesos metabólicos (Damodaran et al., 2010).

En cuanto a la determinación de lignina de Klason, considerada la mayor barrera química para la digestión de los forrajes (Deschamps, 1999), se obtuvo un valor de 6,32 %, comparable al 6,1 % de la paja de arroz, un residuo de cosecha muy utilizado en la ganadería (Gellerstedt y Henriksson, 2008).

En el presente estudio se obtuvo un valor alto de carbohidratos (51,9 %), superior a lo informado por Makkar *et al.* (1998) y Peralta-Flores *et al.* (2012) en estudios con *J. curcas*, donde obtuvieron 35,0 % y 15,1 % de carbohidratos respectivamente. Estos valores se consideran aceptables, principalmente los de glucanos, que representaron el 31,7 % (tabla 1), los cuales son necesarios para el desarrollo y crecimiento animal debido a que intervienen directamente en el metabolismo. Resulta importante el contenido encontrado en las muestras, pues de ello depende, en gran parte, la calidad de la nutrición animal, ya que estos son convertidos rápidamente en ácidos grasos volátiles y constituyen una fuente inmediata de energía para la multiplicación de la flora ruminal (Robles, 2008).

Tabla 1. Contenido de carbohidratos en la torta

Carbohidrato	Porcentaje
Glucanos	31,7
Xilanos	14,3
Galactanos	2,9
Arabinanos	3,0

El contenido proteico fue de 32,2 %, mucho menor que el referido por Makkar *et al.* (1998) para la torta residual a partir de *J. curcas* de Cabo Verde (56,4 % de PC) o la de Nicaragua (61,2 % de PC); pero superior al informado por Rakshit *et al.* (2008), Mahanta *et al.* (2008), Martínez *et al.* (2010), Saetae y Suntornsuk (2011) y Saetae *et al.* (2011), los que oscilaron entre 23 y 28 %.

También son mayores a los hallados por Flores y Cruz (2010) en las accesiones Cabo Verde e India Salvadoreña (contenidos inferiores a 20,20 % y 21,38 %, respectivamente) y a los obtenidos en Africa (25 %) por Nzikou *et al.* (2009).

Otros autores, como Saetae *et al.* (2011), reportaron que cuando esta materia prima se desgrasa totalmente, después del proceso previo de extracción de aceite, se obtiene entre 53 y 58 % de proteína. En este caso, la semilla no fue separada de los núcleos y a la torta obtenida no se le retiró el aceite superficial; ello pudo ser la causa de la diferencia entre el valor obtenido y lo reportado en la literatura.

El contenido de proteína obtenido en este estudio resulta elevado al compararlo con el de otras fuentes de proteína vegetales que actualmente son utilizadas en la industria alimentaria. Ello sienta las bases para la caracterización y la determinación de las características funcionales de las fracciones mayoritarias de las proteínas en la torta de prensado obtenida del fruto de esta especie. Además, según Phengnuam y Suntornsuk (2013), resulta necesario conocer la digestibilidad de los aminoácidos, que son utilizados como fuente de proteína, para realizar la formulación de las dietas acorde a los requerimientos de cada especie.

Conclusiones

Se concluye que la torta obtenida del prensado del fruto de *J. curcas* posee un alto contenido del carbohidrato glucano, biomolécula de vital importancia para el desarrollo y crecimiento de los animales; y un aceptable contenido proteico, por lo que, previamente detoxificada, podría convertirse en una alternativa para su empleo 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. Academia de Ciencias de Cuba. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto Cubano de Geografía y Cartografía. La Habana, 1989.
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. Ali, N.; Kurchania, A. K. & Babel, S. Bio-methanisation of *Jatropha curcas* defatted waste. *J. Eng. Technol. Res.* 2 (3):38-43, 2010.
5. AOAC International. Official methods of analysis of AOAC International. 17th ed. Gaithersburg, MD, USA: Association of Official Analytical Communities, 2000.
6. Belewu, M. A. & Sam, R. Solid state fermentation of *Jatropha curcas* kernel cake: Proximate composition and antinutritional components. *J. Yeast Fungal Res.* 1 (3):44-46, 2010.
7. Damodaran, S.; Parkin, K. L. & Fennema, O. R. Química de alimentos de Fennema. 4ta ed. Porto Alegre, Brasil: Artmed, 2010.
8. Deschamps, F. C. Implicações do Período de Crescimento na Composição Química e Digestão dos Tecidos de Cultivares de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.) *Rev. Bras. Zootec.*, 28 (6):1358-1369, 1999.
9. Flores, J. C. & Cruz, C. J. Evaluación de la calidad del aceite y torta desgrasada de dos variedades de piñón (*Jatropha curcas* L.) antes y después de un tratamiento de detoxificación. Tesis Ingeniero Agroindustrial. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, 2010.
10. Gaviria, S. L. & Bernal, I. Análisis y control de calidad. Santa Fé de Bogotá: Universidad Nacional a Distancia, 1995.
11. Gellerstedt, G. & Henriksson, G. Lignins: Major sources, structure and properties. In: M. Naceur Belgacem and A. Gandini, eds. Monomers, polymers and composites from renewable resources. Amsterdam: Elsevier B.V. p. 201-224, 2008.
12. Liu, H. F.; Kirchoff, B. K.; Wu, G. J. & Liao, J. P. Microsporogenesis and male gametogenesis in *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). *J. Torrey Bot. Soc.* 134 (3):335-343, 2007.
13. Mahanta, N.; Gupta, A. & Khare, S. K. Production of protease and lipase by solvent tolerant *Pseudomonas aeruginosa* PseA in solid-state fermentation using *Jatropha curcas* seed cake as substrate. *Bioresource Technol.* 99 (6):1729-1735, 2008.
14. 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.* 62 (2):207-215, 1998.
15. Martínez-Herrera, J.; Siddhuraju, P.; Francis, G.; Dávila-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 México. *Food Chem.* 96 (1):80-89, 2006.
16. Martínez, J.; Martínez, A. L.; Makkar, H. P. S.; Francis, G. & Becker, K. Agroclimatic conditions, chemical and nutritional characterization of different provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. *Eur. J. Sci. Res.* 39 (3):396-407, 2010.
17. Montes, J. M.; Rodríguez, J.; Vaca, J.; Guzmán, C. & Calandri, E. Characterization of *Jatropha curcas* L. seed and its oil, from Argentina and Paraguay. *J. Argent. Chem. Soc.* 98:1-9, 2011.

18. 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.* 37 (1):118-123, 2012.
19. Nzikou, J. M.; Matos, L.; Mbemba, F.; Ndangui, C. B.; Pambou-Tobi, N. P. G.; Kimbonguilla, A. et al. Characteristics and composition of *Jatropha curcas* oils, variety Congo-Brazzaville. *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.* 1 (3):154-159, 2009.
20. Peralta-Flores, L.; Gallegos-Tintoré, S.; Solorza-Feria, J.; Dávila-Ortiz, G.; Chel-Guerrero, L. & Martínez-Ayala, A. Biochemical evaluation of protein fractions from physic nut (*Jatropha curcas* L.). *Grasas y Aceites.* 63 (3):253-259, 2012.
21. Phengnuam, T. & Suntornsuk, W. Detoxification and anti-nutrients reduction of *Jatropha curcas* seed cake by *Bacillus* fermentation. *J. Biosci. Bioeng.* 115 (2):168-172, 2013.
22. Raheman, H. & Mondal, S. Biogas production potential of *Jatropha* seed cake. *Biomass Bioenerg.* 37:25-30, 2012.
23. Rakshit, K. D.; Darukeshwara, J.; Rathina Raj, K.; Narasimhamurthy, K.; Saibaba, P. & Bhagya, S. Toxicity studies of detoxified *Jatropha* meal (*Jatropha curcas*) in rats. *Food Chem. Toxicol.* 46 (12):3621-3625, 2008.
24. Robles, L. A. Alternativas para sostener su ganado en épocas críticas <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/articulos/alternativas-sostener-ganado-epocas-t2191/p0.htm>, 2008.
25. Saetae, D.; Kleekayai, T.; Jayasena, V. & Suntornsuk, W. Functional properties of protein isolate obtained from physic nut (*Jatropha curcas* L.) seed cake. *Food Sci. Biotechnol.* 20 (1):29-37, 2011.
26. Saetae, D. & Suntornsuk, W. Antifungal activities of ethanolic extract from *Jatropha curcas* seed cake. *J. Microbiol. Biotechn.* 20 (2):319-324, 2010.
27. Saetae, D. & Suntornsuk, W. Toxic compound, anti-nutritional factors and functional properties of protein isolated from detoxified *Jatropha curcas* seed cake. *Int. J. Mol. Sci.* 12 (1):66-77, 2011.
28. Singh, R. N.; Vyas, D. K.; Srivastava, N. S. & Madhuri, Narra S. PRERI experience on holistic approach to utilize all parts of *Jatropha curcas* fruit for energy. *Renew. Energ.* 33 (8):1868-1873, 2008.



renovable.cu:

PRÓXIMA EDICIÓN DEDICADA A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Cualquier sugerencia o comentario escribir a: renovablecu@cubaenergia.cu