

# Bio + Energía

RPNS e ISBN solicitados

Año 2, no. 1, ene.-mar., 2019





# OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

**1** FIN  
DE LA POBREZA



**2** HAMBRE  
CERO



**3** SALUD  
Y BIENESTAR



**4** EDUCACIÓN  
DE CALIDAD



**5** IGUALDAD  
DE GÉNERO



**6** AGUA LIMPIA  
Y SANEAMIENTO



**7** ENERGÍA ASEQUIBLE  
Y NO CONTAMINANTE



**8** TRABAJO DECENTE  
Y CRECIMIENTO  
ECONÓMICO



**9** INDUSTRIA,  
INNOVACIÓN E  
INFRAESTRUCTURA



(Continúa en el reverso de la contracubierta)

<b>Agrodesarrollo 2019</b>	<b>50</b>
<b>Historia del biodiésel</b>	<b>51</b>
<b>Biochar en la agricultura cubana</b>	<b>53</b>
<b>¿Qué es el biogás?</b>	<b>55</b>
<b>Microorganismos en fincas</b>	<b>56</b>
<b>Convite culinario</b>	<b>59</b>
<b>Las bioenergías y la era post-petróleo</b>	<b>60</b>
<b>Decir el dicho</b>	<b>61</b>
<b>Pasatiempos</b>	<b>61</b>
<b>Libros en atriles ecológicos</b>	<b>62</b>
<b>Pastos y Forrajes</b>	<b>63</b>
<b>Solución del pasatiempos</b>	<b>63</b>
<b>Nuestra portada</b>	<b>64</b>
<b>¿Qué es la cocina solar?</b>	<b>64</b>

Hitos de



Estación Experimental  
**Indio Hatuey**

En 2019, la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPF-IH) lidera dos proyectos internacionales:

1. «La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural», con la contribución financiera de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Colaboración (Cosude).
2. «Tecnologías de energía limpia para las áreas rurales en Cuba (Bioenergía)», que se desarrolla en el país con el Fondo de Medio Ambiente Mundial (FMAM), como socio de la cooperación internacional, y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

## Con cariño

**S**oñar es solo un riesgo del espíritu; mientras, la vigilia provoca el apetito hacia las metas. ¡Y a trabajar!, con el auspicio de lo cotidiano. Siempre con cariño, como quien descubre el rocío sobre la hierba.

A esta cuarta entrega del boletín *Bio+Energía* llegan más colaboradores, cada cual con su ofrenda de saberes. La bienvenida para José Ángel Sotolongo (imprescindible en los asuntos del biodiésel), Hans Peter Schmidt y Gertrudis Pentón (quienes prometen otros textos), Alfredo Jam (junto a la consuetudinaria Marlen Navarro) y Milagros de la Caridad Milera (jenhorabuena!). Y seguimos en bienandanza con los ya familiares Jesús Suárez y Roberto Manzano.

Nuevos temas añaden colores al abanico: la historia del biodiésel, tecnologías vanguardistas para potenciar los suelos y reflexiones energético-medioambientales.

Un año llevamos de andadura. A compartir vamos, y a enamorar a quienes nos traigan sus textos e ideas, siempre con cariño y con el oficio de servir a los demás.

Alejandro Montesinos Larrosa  
Máster en Periodismo. Editor de *Bio+Energía*.



**Mueve  
tu agua  
con molinos  
de viento**

## Agrodesarrollo 2019

La Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, entidad de ciencia, tecnología e innovación que pertenece a la Universidad de Matanzas, y la Red de Biodigestores de América Latina y el Caribe (RedBio-LAC) lanzan su primera convocatoria para la recepción de trabajos y la participación en la V Convención Internacional Agrodesarrollo 2019, la cual se efectuará del 22 al 26 de octubre de 2019, en el Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba.

La Convención incluye el XI Encuentro RedBioLAC (14-19 de octubre), dos giras de campo pre-evento (20-21 de octubre), una en la provincia de Cienfuegos y otra en la provincia de Matanzas, los eventos científicos (22-26 de octubre) y el curso postevento «Gestión territorial en municipios rurales bajos en emisiones» (27-28 de octubre).

Los eventos científicos incluidos en la Convención serán:

- XII Taller Internacional «Los árboles y arbustos en la ganadería tropical»
- VI Simposio Internacional «Extensión, transferencia de tecnolo-

gías, aspectos socioeconómicos y desarrollo agrario sostenible»

- V Taller Internacional «Agroenergía y seguridad alimentaria»

El Comité Organizador del evento propone las siguientes temáticas de trabajo en sus diferentes talleres, todas lideradas por una idea central «La agroecología como base para la resiliencia socioecológica de los sistemas agrarios».

Temáticas: Agricultura familiar y el enfoque de género en el contexto rural, Investigación y gestión del conocimiento orientadas al desarrollo agrario sostenible, Sistemas agroforestales y su impacto ante el cambio climático, Innovación agropecuaria local para el desarrollo agrario, Aspectos socioeconómicos y de gestión en el desarrollo rural sostenible, Manejo sostenible de tierras de uso agrícola y pecuario, Sistemas agroenergéticos y sus retos ante el cambio climático y La sanidad animal y vegetal sobre principios agroecológicos.

Contactos:

M.Sc. Nayda Armengol López  
(nayda@ihatuey.cu)

y Dr.C. Jesús Iglesias Gómez  
(iglesias@ihatuey.cu)

Publicación de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EPPF-IH), de la Universidad de Matanzas, del Ministerio de Educación Superior (MES) • Director general: Giraldo J. Martín Martín • Directora: Leidy Casimiro Rodríguez • Editor y diseñador: Alejandro Montesinos Larrosa • Consejo Editorial: Luis Alberto Hernández Olivera, Jesús Suárez Hernández, Luis Cepero Casas y Marlen Navarro Boulancier • Consejo Asesor: Maybe Campos Gómez, Alfredo Curbelo Alonso, Emigdio Rodríguez del Río, José Ángel Sotolongo Pérez y Ernesto L. Barrera Cardoso • Web master: Adonis Carrillo Pedroso • Redacción: Central España Republicana, Perico, Matanzas, Cuba. CP 44280 • Tel.: 45 571235 • boletin@ihatuey.cu • www.ihatuey.cu/boletin • Crédito de imágenes no especificadas: PNUD (reversos de cubierta y contracubierta) • Este número ha sido financiado por el proyecto «La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural (Biomasa-Cuba)», que lidera en Cuba la EPPF-IH, con la colaboración financiera de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude) • © Reservados todos los derechos • Cada trabajo expresa exclusivamente la opinión de su autor • La correspondencia, el canje y la solicitud de ejemplares deben ser dirigidos a la redacción • RNPS e ISSN solicitados.

# Historia del biodiésel

Por José Ángel Sotolongo Pérez\*

La transesterificación de aceites vegetales fue realizada por primera vez en 1853, por los científicos E. Duffy y J. Patrick, mucho antes de que el primer motor de combustión diésel comenzara a funcionar en 1900 cuando Diesel mostró su motor en la Feria Mundial de París, en la que recibió el Grand Prix. Ese motor tenía un solo cilindro con una rueda volante de diez pies en sus bases y operó con su propia potencia por primera vez en Augsburgo, Alemania, el 10 de agosto de 1893. En recordación a ese hecho fue declarado esta fecha como el «Día Internacional del Biodiésel». Ese motor fue alimentado con aceite de maní como biocombustible, aunque no se trató estrictamente de biodiésel debido a que el aceite no fue transesterificado. Desde el primer momento Diesel pensó que el combustible de biomasa tendría un futuro real en sus motores, y expresó que «el uso de los aceites vegetales como combustible para los motores puede ser hoy insignificantes (1912), pero estos aceites podrán tener con el transcurso del tiempo tanta importancia como el petróleo y el carbón tienen hoy».

Durante 1920, los productores modificaron los motores para utilizar un combustible fósil de menor viscosidad, el petrodiesel, en comparación con el aceite vegetal. La industria del petróleo lanzó al mercado un combustible más barato que las alternativas de biomasa. Este resultado se extendió por muchos años y eliminó toda la infraestructura existente de producción de combustible de biomasa.

Después de la década de los 70 (crisis energética) y como resultado de un deterioro de la situación ambiental del planeta, es que vuelve a convertirse el uso de la biomasa como una alternativa para el desarrollo del biodiésel. En los años 90, Francia lanzó su programa de producción local de biodiésel (conocido localmente como *diester*) obtenido por transesterificación del aceite de colza. Este biodiésel fue mezclado al 5 % con diésel regular y se usaron mezclas hasta un 30 % en el transporte público. Las empresas Renault y Peugeot, y otros fabricantes de vehículos, tienen certificados sus productos para que usen el biodiésel de forma parcial. Por su parte, los productores de camiones han certificado también el uso del biodiesel hasta un 50 %.

Las primeras pruebas técnicas con biodiésel se llevaron a cabo en 1982 en Austria y Alemania, pero no fue hasta 1985 que en Silberberg, Austria, se construyó la primera planta piloto productora de RME (metil éster aceite de semilla de colza). Con la ayuda y financiamiento de este, Nicaragua fue el primer país que produjo biodiésel usando como materia prima aceite de la semilla de *Jatropha curcas* (tempate o piñón botija o de leche), en la década de los 90 por el Proyecto Tempate.

En 1992 se inició la producción a escala industrial del biodiésel en casi toda Europa (Austria, Bélgica, Francia, Alemania, Italia y Suecia), y en la actualidad se producen más de un millón de toneladas anuales.

En el 2008 se realizó un primer inventario de las principales actividades de *Jatropha curcas* en el planeta (1 011 000 ha), registrándose 242 proyectos, alrededor de 936 000 ha plantadas por estos (más del 85 % localizadas en Asia, un 13 % en África y solo un 2 % en América Latina). En ese informe se estimaba un gran desarrollo hasta el 2015 con 12 800 000 ha plantadas. Un análisis efectuado solo registraba el 1,2 % de las áreas asociadas con la producción de alimentos. Los países con más desarrollo son: India, China, Brasil, Zambia, Tanzania y Madagascar. Los mayores programas de I+D están realizándose en Asia.

La tecnología para la producción de biodiésel está bien establecida desde hace tiempo y su producción a gran escala comenzó solo durante los 90, especialmente en la Unión Europea.

Desde entonces la producción aumentó fuertemente, sobre todo desde el 2000, y se llegaron a registrar veinte mil millones de litros en el 2010; casi dos tercios de este, se produjo solo en cinco países: Estados Unidos (14,3 %), Argentina (13,1 %), Alemania (12,6 %), Francia (12 %) y Brasil (9,7 %).

Sin embargo, en los últimos cinco años Argentina ha elevado su capacidad de producción y ocupa uno de los primeros lugares (gracias al incremento de la producción de soja). Otros productores importantes de biodiésel son Tailandia, Malasia y Colombia. Por otra parte, la Unión Europea es actualmente el mayor consumidor de biodiésel.

En Cuba se produce por primera vez biodiesel de forma experimental

siguiendo las huellas del proyecto Tempate de Nicaragua y en forma industrial en julio de 2012 en la planta de biodiésel construida por el Proyecto Biomas-Cuba en la localidad rural de Paraguay, del municipio de Guantánamo, con la dirección de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, de la Universidad de Matanzas, y el Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible (Catedes), del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma) en Guantánamo.

Sin embargo, no es hasta el 2015 que el Grupo Empresarial Labiofam crea condiciones para establecer esta producción y su uso en el transporte con el aceite de *Jatropha curcas* como materia prima para producir nuevos bioproductos: insecticidas, cosméticos y veterinarios.

Existen en la actualidad dos plantas pilotos de producción de biodiésel en los municipios de Guantánamo y Media Luna, mientras otras dos están en construcción en los municipios de Calixto García y Martí.

Estas pequeñas plantas diseñadas para elaborar 400 litros de biodiésel por bath de ocho horas permiten tomar las experiencias necesarias para su uso generalizado en el país, tratándose de pequeños proyectos dirigidos a crear las bases para una sostenibilidad energética rural que permita la independencia energética de la producción de alimentos, ya que estas suministran este combustibles a las maquinarias agrícolas y contribuyen a disminuir los costos.

---

\* Máster en Energía. Especialista de la Dirección de Ingeniería de la OSDE Labiofam.

# Biochar en la agricultura cubana

Por Hans Peter Schmidt\* y Gertrudis Pentón Fdez.\*\*

La introducción de la pirólisis como una nueva tecnología de transformación de biomasa en Cuba, incrementa la capacidad de producir fertilizantes orgánicos, mejorar el balance climático y fortalecer la resiliencia de los agroecosistemas.

## Contexto

Cuba es un país que progresa hacia una agricultura orgánica sustentable; pero las capacidades de reciclaje de carbono y nutrientes para fertilizar los cultivos son aún insuficientes. Por ello es vital cerrar los ciclos de nutrientes orgánicos y optimizar los métodos y tecnologías para transformar el largo espectro de biomasa que actualmente es desechado en fertilizantes orgánicos, de modo que se garantice mayor eficiencia de la fertilización para incrementar la productividad agrícola.

Las tecnologías de compostaje y de digestión anaeróbica son actualmente en Cuba las mayores fuentes de fertilizante orgánico; sin embargo, las pérdidas de carbón y nutrientes a través de la lixiviación y la emisión de gases con efecto invernadero son considerables. Para reducir y optimizar los procesos, el proyecto Reciclando bio-nutrientes y carbón para Cuba (por sus siglas Bio-C), tiene la intención de introducir métodos y procedimientos de pirólisis como complemento de las tecnologías de transformación de biomasa. Además de la energía renovable, el principal producto de la pirólisis es el «biochar», un material altamente poroso

con alta capacidad de absorción e intercambio de nutrientes, alta capacidad de almacenamiento de agua y potencial redox. Estas propiedades hacen del biochar un material versátil para reducir las pérdidas de nutrientes orgánicos, especialmente en los procesos de compostaje, digestión anaeróbica y manejo animal. También, la estructura carbonocelulósica del biochar puede ser impregnada con nutrientes líquidos (por ejemplo, orina animal, efluentes del biodigestor, fermentado de bagazo de caña de azúcar), reactivando así el biomaterial para potenciar la liberación del fertilizante orgánico.

El fertilizante basado en biochar es una opción que se traduce en mayor efectividad en la entrega de nutrientes a los cultivos, eleva el rendimiento agrícola, la salud de las plantas y es más congruente con el medioambiente que los fertilizantes convencionales.

## Punto de mira

Cuba, como una economía emergente, es un ejemplo no solo para el Caribe, sino para muchos países en desarrollo en las regiones tropicales y subtropicales. Si Cuba es exitosa en la transformación en fertilizante de la biomasa reciclada en el contexto de una agricultura agroecológica, esto puede servir como un modelo impresionante para países con sufrimiento económico y presiones medioambientales relacionadas con la degradación del suelo, la importación de agroquímicos y el cambio climático.

Los siguientes objetivos de intervención con la tecnología del biochar en la agricultura cubana contribuyen a largo plazo a minimizar el impacto negativo de la actividad agropecuaria en el ecosistema y el clima:

- Optimizar las tecnologías de biomasa existentes (digestión anaeróbica, biodiésel, compostaje y pirólisis) acorde con la eficiencia de aprovechamiento de nutrientes y carbono, emisión de gas con efecto invernadero, servicios al ecosistema, secuestro de carbono y producción de energía.
- Desarrollar nutrientes orgánicos optimizados a través del biochar para incrementar la producción de cultivos agrícolas de manera sostenible.
- Determinar el efecto del fertilizante basado en biochar en la salud del suelo y las plantas, incluyendo mecanismos subyacentes en las interacciones planta-enfermedad.
- Acceder al efecto a largo plazo de repetidas aplicaciones del fertilizante basado en biochar en la zona del suelo de mayor crecimiento radical.
- Investigar los efectos del biochar como aditivo en la alimentación de cerdos en experimentos veterinarios a larga escala y en condiciones controladas.
- Calcular el potencial nacional de reciclaje de carbono y nutrientes para propiciar una agricultura sostenible a lo largo de todo el país.

Hacer de los residuos orgánicos un recurso valioso para el mejoramiento de los suelos y el incremento de la productividad a través del reciclaje y aplicaciones estables y progresivas, de manera que se traduzca en suficiencia de alimentos y resilien-

cia medioambiental; he ahí el objetivo clave del proyecto Bio-C.

## **Relevancia**

Con el aumento y optimización del reciclaje local de los desechos orgánicos en Cuba, Bio-C va a la cabeza del mejor reciclaje de nutrientes, el mejoramiento de la calidad del suelo, el incremento del rendimiento agrícola, el mejoramiento de la resiliencia al cambio climático y la reducción de la huella del carbono.

Se espera lograr con Bio-C un conocimiento útil sobre bases científicas y técnicas para agricultores y decisores políticos, que permita progresar hacia un uso más eficiente de los ciclos de la biomasa, el secuestro de carbono y los servicios al ecosistema en adición a los principales usos de la energía focalizados hoy.

Reconociendo la fuerte red científica y el enfoque multidisciplinario existente en torno a Bio-C, se puede no solo demostrar la eficiencia de la nueva tecnología, sino también, demostrar y entender mejor sus mecanismos de funcionamiento, desarrollarlos y optimizarlos; y evaluar los efectos a largo plazo y limitar los riesgos potenciales. Sobre esas bases, la tecnología Bio-C estará lista para su implementación a gran escala en la práctica social y para ser incluido como una opción en las políticas para el desarrollo agropecuario.

## **Integración de agroecologistas cubanos**

Treinta y cinco fincas campesinas y unidades agrícolas de ciencia y técnica en Cuba se han entrelazado en la intención de hacer del biochar una práctica exitosa. Campesinos, tecnó-

logos, extensionistas e investigadores unen sus esfuerzos para recibir asesoría técnica y co-innovar en las técnicas y procedimientos de fabricación de biochar en hornos rústicos en la tierra y en calderas de acero diseñadas para la tarea.

Participan hombres y mujeres de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey; el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria; el Parque Alejandro Humboldt, la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños de Perico, Colón y Baracoa; el Organopónico de Alamar; las fincas Palo Lindo de la CCS Julio A. Mella, Cayo Piedra de la CCS José Martí, La Ceiba y La Palma de la CCS Ramón Rodríguez Milián, Paredes de la CCS Sabino Pupo, Habana de la CCS Abel Santamaría, Leonardo de la CSS Frank País, Finca del Medio localizada en Santi Spíritus, La Ofelia de la CCS Mariana Grajales y Las Polimitas de CCS Sabino Pupo, ubi-

cadadas en San Antonio del Sur y Baracoa, respectivamente, y la Planta de biodiésel de Guantánamo.

Con todos ellos se dan los primeros pasos en sinergia con proyectos de amplio alcance nacional y territorial como Biomasa-Cuba Fase III, Clean Energy-Cuba, PIAR y Nuevos abonos organominerales...; con la asesoría y participación de Ithaka Institute for Carbon Strategies y Agroscope; en el marco del proyecto Reciclado de nutrientes y carbón a partir de biomasa para fertilización orgánica de avanzada en la agricultura en Cuba eco-inteligente y climáticamente positiva (Bio-C), financiado por la Fundación Nacional de Ciencia de Suiza y la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude).

\* Director del Instituto de Investigación e Innovación Tecnológica Ithaka, Suiza.

\*\* Especialista de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.

## ¿Qué es el biogás?

**M**ezcla de gases (60 % de metano, 40 % de CO<sub>2</sub> y mínimas cantidades de otros gases, entre ellos 1 % de ácido sulfhídrico). Es un poco más liviano que el aire, posee una temperatura de inflamación de 700 °C y su llama alcanza una temperatura de 870 °C. Con un contenido de metano mucho menor de 50%, deja de ser inflamable. Su poder calorífico promedio es de 5 000 kcal. Un metro cúbico de biogás permite generar entre 1,3-1,6 kWh, que equivalen a medio litro de petróleo. El biogás es producido por bacterias que se en-

cargan de descomponer el residual orgánico (excretas, cachaza, residuos), a lo que se le denomina proceso de fermentación anaeróbica, ya que se produce en ausencia de oxígeno. Se utiliza como combustible económico y renovable, para la cocción de alimentos, el alumbrado mediante lámparas adaptadas, en motores de combustión interna apropiados y para usos industriales y domésticos. Además de aportar un fertilizante orgánico de alta eficiencia, la producción de biogás contribuye al saneamiento ambiental.

**D**iversas fincas en la provincia de Matanzas comenzaron a producir y emplear microorganismos nativos (MN), aplicando los resultados favorables obtenidos por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EPPF-IH), y estas experiencias se han extendido en todo el país. Los MN son una mezcla de bacterias fotosintéticas o fototróficas (*Rhodospseudomonas* spp.), bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* spp.) y levaduras (*Saccharomyces* spp.), en concentraciones superiores a 105 unidades formadoras de colonias/mL.

He aquí algunos resultados conseguidos en fincas pioneras en la aplicación de esta tecnología.

## Finca Cayo Piedra

El agricultor Ing. Fernando Donis Infante, en Perico, Matanzas, posee una finca de 40 ha, con alta población de cocoteros y cuyo cultivo principal es el plátano fruta o banano, además de boniato, ají, col, guayaba, papaya, garbanzo y frijol, entre otros.

La finca desarrolla la lombricultura basada en la lombriz roja californiana y cuenta con un biodigestor para la cocción de alimentos. El lodo fertilizante generado para aplicar a los cultivos y sus efluentes, se emplean tanto como biofertilizante, como sustituto de parte del agua en la fase líquida en la preparación de los MN.

La producción y aplicación de MN es la más importante innovación que se viene aplicando, a partir de la transferencia de la EPPF-IH, y cuyos principales atributos son:

- Ampliación de la gama de microorganismos en el suelo, con excelentes resultados en la producción y calidad de los cultivos.
- Los microorganismos suprimen o controlan las plagas en los cultivos.
- Disminución de los costos al no emplear fertilizantes químicos y obtener altos rendimientos.
- Reducción de importaciones de insumos para la finca.
- Beneficio a la salud de los consumidores al obtener productos limpios y sanos.
- El empleo combinado con otros abonos orgánicos, como compost, humus de lombriz sólido o líquido y otros biofertilizantes o bioestimulantes, aporta resultados beneficiosos en la producción y sanidad de los cultivos (tabla 1).
- Rediseño y desarrollo de un equipo para asperjar el plátano, a baja presión, para no dañar los microorganismos.

## Preparación de los MN

- Recoger hojarasca en descomposición de la capa u horizonte superior del suelo, en un monte o área virgen, donde no exista un suelo degradado. Se ha observado que en áreas de bambú o de marabú existe una buena presencia y población de microorganismos.
- Fase sólida, para activar los MN: primero se desarrolla una fase sólida o «madre», bajo condiciones anaeróbicas. Se llevan 20 kg de hojarasca a una manta o piso donde se unen íntimamente con unos

Tabla 1. Promedio por unidad y rendimiento por hectárea empleando MN en algunos cultivos, en la finca Cayo Piedra

Cultivo	Peso medio/fruto	Rendimiento, t/ha	Observaciones
Col	6-7 kg	20	Completamente sano
Boniato	-	40-50	Total salud, libre de tetuán
Remolacha	2,25 kg	3,7	Completamente sano
Plátano fruta	-	80-100	7-8 manos/racimo
Maíz	-	4-5	Obtenido con semilla criolla, no mejorada. Sano
Frijol	-	3	Completamente sano

20-23 kg de polvo (sémola) de arroz, afrecho o salvado de trigo, o granos de maíz o sorgo molidos fino, u otro grano, hasta alcanzar 46 kg, que se mezclan con 5-6 kg de miel (melaza de caña) y un litro de leche, yogurt o suero de leche como fuente de bacterias lácticas. Se pueden añadir 8-10 L de microorganismos activados o se añade todo de agua y se homogeniza bien, hasta que la mezcla tenga una consistencia que al apretarse con el puño no filtre líquido, sino que forme una masa compacta como una pelota y humedezca los nudillos de la mano (prueba del puño). Se pasa a un tanque plástico de 50 L, hasta llenarlo, se apisona con fuerza y se tapa herméticamente (para el buen sellado, poner un saco de nylon entre el borde superior y la tapa), y se deja así durante 21 días, aproximadamente, para contar con un adecuado desarrollo de los MN bajo condiciones anaeróbicas.

- Fase líquida: después se pasa a la fase líquida en un tanque grande, en una proporción de 10 kg de la «madre», más 5 kg de melaza o 40 L de guarapo, más agua restante para activar 200 L de MN. El agua

puede ser sustituida en todo o en parte por humus líquido de lombriz, o efluente del biodigestor, lo cual incrementa el pool de microorganismos. El agua no puede ser clorada y su pH debe estar por debajo de 3-3,5 para su eficiente empleo y efecto rápido.

- Aplicación: a partir de cinco días de activados, los MN pueden comenzar a aplicarse a los cultivos siempre a baja presión, con asperjadora manual o la mecanizada desarrollada en la finca.
- De este modo se logra un poderoso biofertilizante que además de proporcionar un alto rendimiento, favorece la sanidad de los cultivos y un acentuado mejoramiento de las características del suelo.

### Finca Plácido

Esta finca agroecológica, del agricultor Lic. Omar González Santamaría, en Cantel, Cárdenas, Matanzas, combina la producción animal (ganado vacuno, porcino y caprino, además de conejo) y la vegetal (plantas ornamentales y diversos cultivos hortícolas y frutícolas, como guayaba y mango). Se destaca su trabajo desarrollado en la producción de plantas anteriormente

no convencionales, de empleo en animales y humanos, como la moringa, sachá inchi y otras.

Desarrolla la lombricultura y tiene un biodigestor para producir energía en la finca y usar el producto fertilizante. En la actividad pecuaria vacuna trabaja con áreas de silvopastoreo basadas en gramíneas de pastoreo y king grass con la leguminosa arbustiva leucaena. Utiliza ampliamente los MN en cultivos y animales, empleando básicamente los principios tecnológicos anteriormente descritos.

### *Innovación*

Teniendo en cuenta que no todos los campesinos tienen acceso a algunos productos empleados en la formulación, como la melaza y el polvo de cereales, allí se sustituyeron por caña de azúcar molida, más otras plantas que también potencian y mejoran la efectividad de los MN. Por otra parte, ya se conocía bastante el efecto en los cultivos, pero la experiencia práctica era menor en la ganadería y en esta finca se han comprobado sus bondades en el control de ectoparásitos, las diarreas, la mastitis y en el mejoramiento de la salud animal en general.

El cambio consistió en emplear 25 kg de caña de azúcar (finamente molida con máquina troceadora de forrajes), en la preparación de la fase sólida o «madre». El producto obtenido se analizó en el Instituto Carlos J. Finlay de La Habana y los parámetros fueron muy similares a los de los MN obtenidos mediante el método tradicional, aunque el pH de este último fue de 3,5 a 4, mientras con la innovación practicada fue entre 3 a 3,5, cifra más deseable ya que incrementa la efectividad del producto.

### *Potenciación*

En la fase líquida de potenciación los MN mejoraron su efectividad, en su empleo en la agricultura, con la adición de macerados de hojas de plantas, como la moringa, el orégano, el ají picante, la hoja de guanábana y la flor de muerto o marigol. El procedimiento es el siguiente:

En un tanque plástico de 20 L se mezclan 1 L de melaza, 1 kg de madre sólida de MN, 1 L de leche de vaca, 1 kg del macerado de hojas (ej. moringa) y se completa el resto con agua. Se tapa el recipiente de manera que salgan los gases a través de

*Tabla 2. Ganancia de peso en dos grupos de conejos con dos niveles de MN (sólido y líquido)*

<b>Cultivo</b>	<b>Número de animales</b>	<b>Peso medio inicial, kg</b>	<b>Edad al sacrificio, días</b>	<b>Peso medio final, kg</b>	<b>Ganacia diaria, g PV</b>
Grupo control (C+F)	10	8,5	40	1,42	19,0
C+F+50 g MNS	10	8,5	40	1,65	28,3
C+F+50 cc MNL	10	8,5	40	1,74	27,0
Grupo control (C+F)	5	8,5	90	2,4	23,3
C+F+25 g MNS	5	8,5	90	2,4	23,3
C+F+25 cc MNL	5	7,5	90	2,1	20,0

Leyenda: C: Control; F: Forraje; MNS: MN sólidos; MNL: MN líquidos.

una trampa, para crear condiciones anaeróbicas. A los siete días el producto está listo.

### Resultados en conejos y cerdos

Las mejores ganancias se consiguieron con el nivel más alto de MN (50 g/animal/día), tanto en estado sólido como líquido (tabla 2).

En cuanto a porcinos, los MN se emplearon en reproductoras, suministrándoles 50 g de MNS, a los 3-4 días antes y después del parto. Las cerdas madres no presentaron síntomas de mastitis ni de otras infecciones vaginales, en ningún caso. En los cerditos, que normalmente presentan diarreas a los seis días de nacidos, al recibir sus madres los MN, desaparecieron a partir de los dos días. Al dejarse de aplicar, las mismas retornaron, por lo cual el tratamiento debe prolongarse por más de una semana, o hacerlo sistemático. Cuando los cerditos comienzan a comer se les debe suministrar de 5 a 10 cc de MNL en su dieta; y al ser destetados, 20 cc por cerdito.

Se aumentó la ganancia de peso con el uso sistemático de MN sólidos. El peso promedio a las ocho semanas fue de 22,5 kg, y sin su empleo fue solo de 16,0 kg. La aspersión de MN en porcinos eliminó las moscas y los malos olores, y controló las garrapatas en vacunos, porque al aplicar el producto puro en animales con alta infestación, en cuatro días estaban totalmente limpios, manteniéndose el efecto durante tres meses.

\* Doctor en Ingeniería Industrial. Investigador de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.

# Convite Culinario

## Arroz con vegetales

Ingredientes para 6 raciones

Arroz	345 g	1,5 tazas
Ají chay	20 g	2 unidades
Ajo	8 g	4 dientes
Cebolla	60 g	1 unidad
Calabaza	230 g	0,25 unidad
Granos de maíz	240 g	1 taza
Habichuelas	250 g	1 mazo
Aceite	34 g	2 cdas.
Puré de tomate	28 g	2 cdas.
Agua	500 mL	2 tazas
Sal	30 g	1 cda.
Cebollino	60 g	1 macito
Mantequilla	17 g	1 cda.
Vino seco	30 mL	2 cdas.

### PROCEDIMIENTO:

1. Escoger y lavar el arroz con agua.
2. Picar fino los ajíes, el ajo y la cebolla.
3. Lavar, pelar y picar en dados pequeños la calabaza, hasta obtener una taza, y cocer.
4. Cocer los granos de maíz.
5. Lavar y picar las habichuelas en segmentos pequeños, hasta obtener una taza, y cocer al dente.
6. Saltear en el aceite el ají, el ajo, la cebolla, los dados de calabaza y los granos de maíz (previamente cocidos).
7. Añadir el puré de tomate y sofreír.
8. Aparte, echar el arroz, el agua y la sal en la olla arrocera, preferiblemente.
9. Añadir el sofrito y revolver.
10. Cocinar hasta que el arroz se seque.
11. Agregar las habichuelas.
12. Picar bien fino el cebollino y adicionar junto con la mantequilla.
13. Revolver, perfumar con el vino seco y dejar cocinar durante tres minutos más.
14. Servir caliente.

# Las bioenergías y la era post-petróleo

Por Marlen Navarro Boulandier\* y Alfredo Jam Masó\*\*

**L**as sociedades actuales son altamente dependientes de los combustibles fósiles, en especial del petróleo. Tanto para desplazarnos y producir energía, como para fabricar y transportar los bienes que consumimos, requerimos de esta materia prima. Pero los combustibles fósiles son recursos no renovables, y mucho antes de que se agoten sufriremos los impactos de lo que se denomina el pico o cénit del petróleo, por ser el recurso más utilizado, aunque también se debate acerca del pico del carbón o del gas natural.

Por otra parte, los impactos del cambio climático cada vez son más y mayores: inundaciones, sequías, huracanes, temperaturas extremas. Es necesario disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero para evitar que el cambio climático se agrave, pero también crear la capacidad para reaccionar adecuadamente y adaptarse a los cambios futuros. Los entornos urbanos se enfrentan a grandes desafíos y solo haciéndolos más resilientes podrán afrontarlos con éxito.

Del mismo modo, y desde la perspectiva agropecuaria, se hace inminente alcanzar la resiliencia socioecológica de fincas agropecuarias en el entorno rural cubano en las que la agroecología está en el foco de atención de la producción integrada de bioenergías y alimentos.

Es imposible pensar en desarrollo contemporáneo y en desarrollo sos-

tenible, sin tener en cuenta el factor «energía». La ausencia de considerables recursos energéticos autóctonos obliga a Cuba a una dependencia energética considerable; mientras las fuentes renovables son mayoritariamente productos de la caña de azúcar que se suelen usar en procesos de combustión poco eficientes. Por ello, el Estado Cubano tiene entre sus prioridades la búsqueda y explotación de fuentes no convencionales de energía, que cubran las necesidades energéticas en sectores vitales de la economía y en especial servicios que demandan combustibles líquidos, donde sea factible su aplicación.

Para construir municipios sostenibles en la era post-petróleo es necesario fortalecer conceptos que se interrelacionan y complementan, entre ellos (i) la agroecología, (ii) el empleo de alternativas tecnológicas locales para la mitigación de los efectos negativos del cambio climático, (iii) el tratamiento de residuos agropecuarios y/o urbanos, (iv) la producción de bioenergías para la generación de electricidad, el uso en el transporte público y para su uso en aplicativos que elevan la calidad de la vida de las personas (cocción de alimentos, alumbrado, refrigeración, acondicionadores de aire, calentadores de agua, entre una amplia gama de otros equipamientos), y (v) el uso de productos biológicos para la agricultura (biofertilizantes, bioestimuladores,

entre otros) resultantes de la digestión anaerobia de los residuales anteriormente citados.

Con todo ello se garantizará el aumento de la diversidad de recursos, la creación de empresas de nuevo tipo, el incremento de la calidad de vida de las personas, la protección de los recursos naturales y el acceso a alimentos sanos en el mercado local. Es decir, se podrá aumentar la diversidad de respuesta ante los nuevos desafíos en la era post-petróleo. Y, sobre todo, relocalizar el sistema, fomentando la autosuficiencia y el autoabastecimiento del territorio en cuanto a la producción agroecológica de alimentos y de energías limpias, así como la dinamización de la economía local.

\* Doctora en Ciencias Agrícolas. Profesora Titular de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.

\*\* Premio Nacional de Economía. Ministerio de Economía y Planificación (MEP).

## Décir el dicho

**De grandes cenas están las sepulturas llenas:** Aviso contra los excesos de las cenas y los banquetes.

**Lo que no mata, engorda:** Expresa que los males leves no impiden llevar a cabo una tarea.

**No comer por haber comido, no hay nada perdido:** Una persona harta no sufre mucho si se salta una comida o come con menos apetito.

**Acuéstate sin cena y amanecerás sin deuda.** Aconseja moderación y prudencia en el gasto, de acuerdo con el nivel económico de cada cual.

Muchos platos,  
muchas enfermedades. *Proverbio latino*

## pasatiempos

### Sopa de Letras

Encuentre en distribuciones verticales, horizontales y diagonales (de izquierda y de derecha), el nombre de diez hortalizas.

A	P	O	R	U	I	C	A	I	M	I	T	O	J	T	N
G	O	K	B	P	O	B	M	O	B	M	I	U	Q	Z	I
U	L	C	J	N	U	E	N	I	U	C	J	H	D	A	S
A	L	G	I	U	J	M	U	U	B	F	O	L	J	N	P
C	I	P	K	I	O	A	C	E	B	O	L	L	A	E	
A	E	H	I	R	I	M	O	Y	R	C	F	G	C	H	R
P	E	R	E	J	I	L	L	E	E	J	A	E	U	O	
E	O	O	R	B	I	T	O	B	N	C	P	T	P	R	P
H	M	O	G	K	I	C	N	J	J	D	J	A	I	I	H
M	A	A	R	P	E	O	E	B	E	K	R	M	U	A	O
K	M	A	J	I	O	W	E	A	N	A	Ñ	O	P	I	O
R	R	E	M	O	L	A	C	H	A	R	P	T	I	U	C

### líneas CRUZADAS

Haga coincidir cada concepto de la columna derecha con su correspondiente en la izquierda.

Animal	Agronomía
Árbol	Ampere
Bebida	Cobalamina
Ciencia	Cobre
Equipo	Zapatero
Fruta	Cocotero
Mineral	Coliflor
Oficio	Pico
Unidad	Oveja
Utensilio	Batido
Vegetal	Coco
Vianda	Secador
Vitamina	Yuca

## Consume vegetales ¡Lénate de vida!

Por Milagros de la Caridad  
Milera Rodríguez\*

**E**l libro *Los árboles multipropósitos en los sistemas agroforestales pecuarios*, tiene el objetivo de contribuir a la capacitación de los productores agropecuarios para el fomento de sistemas agroforestales en sus áreas ganaderas.

La obra aborda las ventajas y desventajas de la agroforestería, qué clases de árboles incorporar y cuándo, la adaptación a las condiciones de clima y suelo, los cultivos que se deben asociar con árboles comerciales, los árboles multipropósitos en la ganadería cubana y la importancia de la siembra, el establecimiento y el manejo.

Los sistemas basados en principios agroecológicos confieren gran importancia a la diversificación, especialmente a los sistemas árboles-pastos, en los que hay un mejor aprovechamiento de la energía solar debido a su vegetación estratificada, aumenta la fotosíntesis y existe variedad de especies que proporcionan no solo alimento para los animales, sino también pueden servir de alimento para otras especies y hábitat para organismos controladores biológicos. Muchas de las especies que se emplean hoy cumplen función de polinizadoras; contribuyen a mejorar el ambiente; producen abonos, energía y compuestos medicinales; reducen el estrés calórico; aumentan la producción de leche, su calidad, la salud y la reproducción animal; además de mejorar de mejorar el paisaje. No obs-

FICHA BIBLIOGRÁFICA

Milera Rodríguez, Milagros de la Caridad (ed.). *Los árboles multipropósitos en los sistemas agroforestales pecuarios*. Perico, Matanzas, Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, 52 pp., 2016.

tante, en estos sistemas es más importante el enfoque de hacer agroforestería que la reforestación *per se*.

Los árboles no deben ser un fin en sí mismos, sino una manera para lograr un objetivo más amplio, por ejemplo: la protección de las cuencas, la conservación de los suelos o la conservación de la biodiversidad.

Muchas especies de ramoneo contribuyen notablemente a la reducción de metano en el rumen, por lo que se puede romper el mito de que los rumiantes poseen el tercer lugar en la contaminación atmosférica, aunque se piensa que este es irremediable; el problema no es el rumiante, sino la dieta y el hábitat del animal.

Para que un árbol o arbusto pueda ser considerado como forrajero debe reunir ventajas de tipo nutricional, de producción y versatilidad agronómica, en relación con otros forrajes utilizados tradicionalmente; lo primero a tener en cuenta es que sea consumido por el animal. En tal sentido, los requisitos para la clasificación son: que el contenido en nutrientes y el consumo sean adecuados para que ocurran cambios en los indicadores de respuesta de los animales, que sea tolerante a la poda y que se puedan obtener producciones significativas por unidad de área.

El empleo de sistemas silvopastoriles que incluyan árboles de uso múltiple,

Para aumentar la vida,  
diminuye tus comidas. *Franklin*

tiple, posee un conjunto de motivaciones para los productores, tales como:

- Proveen una gran variedad de productos que pueden comercializarse, consumirse o resolver problemas de construcción y energía.
- Reducen la degradación de los suelos por medio de la protección de la superficie contra el impacto de la lluvia, a partir de sus copas y las hojas caídas, además de las redes que crean sus raíces.
- Protegen las cuencas y estabilizan los caudales de los ríos, reducen los niveles de sedimentación de los embalses y evitan deslizamientos desastrosos.
- Conservan la biodiversidad, al establecer plantaciones con especies avanzadas para aumentar sus poblaciones, y al crear o restaurar hábitats para la fauna y la flora.
- Proveen servicios ambientales, como la provisión y la captura de carbono, tanto para mejorar las condiciones ambientales, locales y regionales.

Por lo general, los árboles pueden ser el elemento de manejo eficaz para elevar la biodiversidad en los pastizales, extraer nutrientes y agua de las capas más profundas del suelo, producir biomasa en estratos distintos, propiciar un ambiente favorable para el desarrollo de pastos asociados y el ganado, crear un microclima para la actividad de la fauna edáfica y lograr producciones de hojarasca que participen en el ciclo biogeoquímico de los nutrientes del suelo.

\* Máster en Pastos y Forrajes. Especialista de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.

## PASTOS Y FORRAJES

*Pastos y Forrajes* es una revista editada por la EEPF-IH, y su misión es difundir resultados de investigación, desarrollo de tecnologías e innovación, relacionados con el sector agropecuario. Está indizada y registrada en SciELO, SciELO Citation Index (Web of Science), Electronic Journals Index (SJSU), Redalyc, CAB Abstracts, PERIODICA (México), AGRIS (FAO), BIBLAT (Universidad Autónoma de México) y Open Science Directory, entre otros directorios. *Pastos y Forrajes* está diseñada para investigadores, profesores de universidades e institutos, empresarios agropecuarios, organizaciones que fomentan el desarrollo rural, decisores vinculados al sector agropecuario, campesinos y productores agropecuarios nacionales y extranjeros.

### Solución del **p**esetiempos

A	P	O	R	U	I	C	A	I	M	I	T	O	J	T	N
G	O	K	B	P	O	B	M	O	B	M	I	U	Q	Z	I
U	L	C	J	N	U	E	N	I	U	C	J	H	D	A	S
A	L	G	I	U	J	M	U	B	F	O	L	J	N	P	
C	I	P	K	I	O	A	C	E	B	O	L	L	A	E	
A	E	H	I	R	I	M	O	Y	R	C	F	G	C	H	R
P	E	R	E	J	I	L	L	E	E	J	A	E	U	O	O
E	O	R	B	I	T	O	B	N	C	P	T	P	R	P	
H	M	O	G	K	I	C	N	J	J	D	J	A	I	I	H
M	A	A	R	P	E	O	E	B	E	K	R	M	U	A	O
K	M	A	J	I	O	W	E	A	N	A	N	O	P	I	O
R	R	E	M	O	L	A	C	H	A	R	P	T	I	U	C

Animal: Oveja. Árbol: Cocotero. Bebida: Batido. Ciencia: Agronomía. Equipo: Secador. Fruta: Coco. Mineral: Cobre. Oficio: Zapatero. Unidad: Ampere. Utensilio: Pico. Vegetal: Coliflor. Vianda: Yuca. Vitamina: Cobalamina.

Cada virtud solo necesita un hombre; pero la amistad necesita dos. *Montaigne*

\* (Ciego de Ávila, 1949). En esta cuarta edición del boletín *Bio+Energía* reproducimos un texto del poeta, ensayista y editor Roberto Manzano, incluido en su poemario *Pasando por un trillo*, que mereciera el Premio La Rosa Blanca de Literatura Infantil 2005.

## Frutas

Encima de la mesa  
han volcado las frutas  
y sus vivos matices  
deliciosos deslumbran.  
Las piñas coronadas  
se reclinan augustas  
condecorado el pecho  
de medallitas rubias.  
Decenas de guayabas  
redondas y maduras  
con un aroma fuerte  
los sentidos abruman.

Plátanos reventándose  
el ambiente perfuman  
con átomos dulzones  
que delicias auguran.  
Naranjas avileñas  
esféricas se agrupan  
y mitades jugosas  
nos exhiben algunas.  
Mandarinas obesas  
y de baja estatura  
hollejos ondulando  
sus cortezas arrugan.  
Anones descuajándose  
enseñan su blancura  
entre verdes pupilas  
que su sabor escudan.  
Mameyes colorados  
no pueden con sus pulpas  
derrumbándose suaves  
como una roja azúcar.  
Encima de la mesa  
han volcado las frutas  
y sus vivos matices  
deliciosos deslumbran.

## ¿Qué es la cocina solar?

Son muchas las variantes de cocinas solares que se han utilizado: con concentración óptica (de foco lineal y puntual) y sin concentración (fijas y orientables). Las de foco lineal están formadas por un espejo de forma cilíndrico-parabólica que concentra la radiación solar en un tubo por donde pasa un fluido, cuyo calor propicia la cocción de los alimentos. Las de concentración de foco puntual están formadas por un espejo paraboloidal que concentra los rayos solares en un punto donde va situa-



da la olla. Las cocinas con espejos concentradores de foco lineal o puntual utilizan la radiación directa, pero no aprovechan la radiación difusa. Las cocinas sin concentración son sencillas y están formadas por un cajón convenientemente aislado por el fondo y los lados, para que no pierdan el calor, y con una cubierta transparente compuesta por dos láminas de vidrio separadas entre sí. Su costo es muy variable y depende de los materiales usados y de su configuración.



# OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



(Ver el reverso de la cubierta)

# V Convención Internacional

Incluye:

## **XII Taller Internacional**

“Los árboles y arbustos en la ganadería tropical”

## **VI Simposio Internacional**

“Extensionismo, transferencia de tecnologías, aspectos socio-económicos y desarrollo agrario sostenible”

## **V Taller Internacional**

“Agroenergía y seguridad alimentaria”

La agroecología como base para la resiliencia socioecológica de los sistemas agrarios

Centro de Convenciones  
Plaza América  
**Varadero, Cuba**  
22-26 de octubre