

La Finca del Medio
Elogio a la sostenibilidad
Pág. 43

CONTENIDO

- 2** EDITORIAL: CÓMO QUEREMOS QUE SEA NUESTRA ELECTRICIDAD
- 4** ENTREVISTA AL DR. C. LUIS BÉRRIZ: SE HABLA MUCHO DE LOS PROBLEMAS DE LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA...
- 9** LA HIBRIDACIÓN CON FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA Y SU IMPORTANCIA PARA CUBA (II)
- 14** SOLUCIONES ENERGÉTICAS SOSTENIBLES EN EL INSTITUTO FINLAY DE VACUNAS
- 18** INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE BIOGÁS GENERADORA DE ELECTRICIDAD CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA NACIONAL (I)
- 22** MUJER Y ENERGÍA: ENTREVISTA A NORBELIS INFANTE PÉREZ
- 33** LA HISTORIA DEL BIOGÁS EN EL CONTEXTO DEL MUB (I)
- 38** VERBO Y ENERGÍA: GRITABAN SUS CORTEZAS Y LOS TRONCOS CALCINADOS...
- 40** DESAFÍOS DE LA REVISTA ENERGÍA Y TÚ EN EL CONTEXTO ACTUAL
- 43** LA FINCA DEL MEDIO
- 46** DESCUBRIR LA VAINILLA
- 49** RESPETO AMBIENTAL: EL SUEÑO VERDE
- 51** CONVOCATORIA DE LA EDITORIAL
- 52** DECLARACIÓN DE LA ASOCIACIÓN CUBANA DE LAS NACIONES UNIDAS (ACNU)
- 54** CRUCIGRAMA ENERGÍA Y TÚ 102
- 55** CONVOCATORIA AL TALLER INTERNACIONAL CUBASOLAR 2024
- 56** NOTA INFORMATIVA SOBRE ESPACIO RADIAL DE CUBASOLAR



Cómo queremos que sea nuestra electricidad

QUISIÉRAMOS que toda la energía que utilizemos, incluso la eléctrica, sea producida con recursos propios. Quisiéramos que la electricidad que recibamos sea de las redes locales, que ofrecen mejorías en operación y costos y pueden o no estar conectadas a la red nacional.

Podremos utilizar el petróleo como materia prima para la producción de otros materiales importantes como el plástico. En realidad, es una lástima quemar un recurso tan valioso, que al igual que el carbón, demoró miles años en formarse. Excepcionalmente podremos utilizar la gasolina, el diésel u otros de sus derivados como combustibles, pero nunca depender de ellos.

En ese escenario, el bloqueo imperialista no nos haría tanto daño, pues habríamos aprendido el manejo eficiente de fuentes locales. Como es natural, no habría más apagones.

Tenemos suficientes recursos de origen natural, entre ellos la radiación solar, el viento, el agua y los derivados de la biomasa para producir la energía necesaria para el sostenimiento y desarrollo del país.

Hoy tenemos un sistema social del pueblo y para el pueblo, donde el gobierno procura lo mejor para todos los que vivan en Cuba, independientemente de donde hayan nacido.

Además, la electricidad es más barata producida con fuentes renovables de energía: no contamina al medioambiente, no provoca el cambio climático y es por tanto imprescindible para alcanzar un verdadero desarrollo sostenible, siendo necesaria una cultura energética y ambiental.

El futuro energético de todo país estará formado por las redes eléctricas, que pueden ser grandes o pequeñas y estar compuestas por muchas redes o una sola, e inclusive formar parte de redes eléctricas mayores. Sin embargo, todas tienen la característica de poder trabajar independiente, o sea, de generar su propia electricidad y cubrir las necesidades para las cuales fueron diseñadas.

Una red que no produzca su propia electricidad no es verdadera. Una red que no pueda suministrar la electricidad necesaria para la cual fue hecha (ya sea una vivienda o un centro de trabajo, un consejo popular, un municipio o una provincia) no será una red verdadera.



Es importante saber que una red eléctrica local, basada en los recursos locales, es imprescindible su acumulación. El petróleo no es más que energía acumulada. Además, es intermitente, pues depende del barco o transporte que lo trae, lo que hemos notado en la actualidad.

Una red local puede utilizar recursos de otras regiones para la producción de electri-

cidad, pero nunca depender de ellos para la electricidad que necesita la población que abastece.

Seamos capaces de cambiar nuestra cultura en este sentido. Algún día llegaremos a tener electricidad sin apagones y plena independencia energética basada en las redes eléctricas locales. 🇪🇺

Se habla mucho de los problemas de las fuentes renovables de energía...

Intervenciones a propósito de la conferencia impartida por el Dr. C. Luis Bérriz sobre redes eléctricas locales*

4

Por VÍCTOR LAPAZ**



CONCLUYÓ la conferencia y el profesor Bérriz expresó:

—Bien, hemos terminado. Ahora comienza el debate. Tenemos bastante tiempo. Solo les pido que quien vaya a hablar venga al micrófono y se presente. No importa que yo lo conozca o no, es para la grabación.

Pasaron varios segundos y por fin, alguien al micrófono. No expongo los nombres de los participantes y ni de sus organismos, pues no estoy autorizado a ello.

Intervención 1

—Agradezco al profesor Bérriz por su magnífica conferencia, pero me ha creado

algunas dudas. ¿Hoy no tenemos redes eléctricas? Y entonces, ¿qué tenemos?

—Bien. Voy a definir de nuevo lo que considero como red eléctrica local. Voy a leer:

Una red eléctrica local es una red que utilizando sus propios recursos energéticos locales, es capaz de producir toda la energía eléctrica que necesita esa localidad en cualquier lugar y en cualquier momento.

Dije además que una red local puede estar formada por varias redes más pequeñas siempre y cuando estas cumplan con lo dicho o puede formar parte de otras redes más grandes, hasta llegar a la red eléctrica nacional. Acuérdense de estos requisitos: alimentar de electricidad a toda la población local en cualquier lugar y en cualquier momento con los propios recursos energéticos locales.

Desgraciadamente hoy contamos con una red nacional y varias territoriales que dependen del petróleo, ya sea nacional o importado, pero no contamos con las redes locales. Por eso tenemos tantos apagones porque dependemos de los combustibles importados, que dicho sea de paso, nos hacen mucho daño, no solo por los apagones, sino por la contaminación.

Cada vez que mandamos a un centro de trabajo a apagar equipos para que la población no sufra apagones, lo que estamos haciendo es tener apagones industriales, comerciales o de servicios, todos perjudiciales para el desarrollo del país.

Intervención 2

—Dicen que debemos ir a las fuentes renovables de energía porque el carbón y el petróleo se están acabando. ¿Qué piensa usted de eso?

—Yo pienso precisamente lo contrario. Debemos ir a las fuentes renovables de energía porque el carbón y el petróleo están acabando con nosotros. Si seguimos quemando los combustibles fósiles para producir electrici-

dad o para el transporte, los seres humanos que queden vivos los van a extrañar.

Mira, la gente piensa que yo estoy en contra del petróleo. Yo te puedo asegurar que yo no estoy en contra del petróleo, sino al contrario. Yo lo que estoy es en contra de quemar el petróleo, porque pienso que un recurso que costó tantos millones de años en hacerse, no tenemos derecho a despilfarrarlo en solo unos pocos años.

Y te digo lo siguiente: aunque la quema del petróleo no nos estuviera destruyendo, es un crimen quemarlo, pudiéndolo utilizar por miles de años como materia prima para la confección de otros productos.

Intervención 3

—Profesor, su conferencia estuvo magnífica, pero se habla mucho y a veces no muy bien de las fuentes renovables de energía. ¿Cuánto de esto pudiera ser verdad?

—No sé a qué te refieres, pero se habla mucho de los grandes problemas de las fuentes renovables de energía: que no son suficientes, que son muy dispersas, que son muy caras, que son intermitentes y que por eso, requieren acumulación. También se habla de la incertidumbre que dan principalmente la electricidad solar y la electricidad producida a partir de la energía eólica.

—Efectivamente. Me refiero a esos.

—Bien. Vamos a empezar por el primero, la cantidad, o sea, si son o no suficientes. Mira, un hogar consume, como promedio, una electricidad de 180 a 200 kWh cada mes. Suponiendo que los módulos fotovoltaicos tengan una eficiencia de 15 a 18 %, el área de azotea ocupada por una instalación solar que genere esa cantidad sería de unos 10 metros cuadrados. O sea, hace falta que dicho hogar tenga unos 10 metros cuadrados libres en la azotea, como valor promedio, para abastecerse de electricidad. Mi azotea tiene 200 metros cuadrados. Me sobran 190. Y eso solo con la

radiación solar. Imagínate si utilizamos el viento o los residuales, o la energía del agua.

Sin dudas, los que dicen que las fuentes renovables de energía no son suficientes, no saben lo que dicen.

Vamos a pasar a la segunda: que son dispersas.

Es verdad. Son tan dispersas como el consumo. Esa no es una desventaja sino al contrario. Así, cuando se usan, disminuyen las pérdidas por transmisión e inclusive disminuyen los robos de electricidad. Según mi criterio, esa es una ventaja.

Podemos pasar a la tercera: que son muy caras.

Bueno, eso tampoco es verdad. Fíjate que nos estamos refiriendo a la electricidad, no a la energía en general. El costo del kilowatt-hora producido en Cuba a partir de las fuentes renovables de energía se pudiera conseguir a menos de 5 centavos de dólar. Si lo hacemos a más, es por otros aspectos. Hoy, producido con petróleo importado nos cuesta más de 25 dólares. O sea, más de cinco veces.

Claro, el costo depende de muchos factores. También con fuentes renovables nos puede costar varias veces más caro que lo que nos costaría si lo hiciéramos bien.

—Estoy de acuerdo, profesor, pero las cuestiones económicas son fundamentales. ¿Pudiera ahondar más sobre las causas de estas variaciones de costos?

—Bien. Las cuestiones económicas son fundamentales, pero no las principales. Las principales son las sociales, pues son las que definen el desarrollo sostenible de la humanidad, inclusive el económico. Precisamente por haber hecho de las cuestiones económicas las principales, en la mayoría de los gobiernos del mundo actual, es que estamos tan mal y está en peligro el propio futuro de la humanidad.

Ahora, sobre la variación en Cuba de los costos de la electricidad producida con fuen-

tes renovables de energía, te puedo decir que una de las principales causas es el bloqueo. De ahí se pueden derivar las demás. Tenemos un mercado internacional muy reducido. Tenemos un financiamiento muy limitado. Muchas veces dependemos de lo que otros países nos puedan ofrecer. Y de lo que nuestra cultura nos permita aceptar. No nos cabe duda de que nuestra cultura, en la producción de electricidad, es petrolera. No tenemos cultura en la producción de electricidad con fuentes renovables de energía, solo con el bagazo de la caña y para eso, lo que tenemos, es una mala formación. Con tanta energía que trae la caña, nosotros dependemos del petróleo importado para tener azúcar en la casa. Si no hay diésel, no hay azúcar, pues las combinadas trabajan con diésel, los tractores trabajan con diésel, los camiones que transportan la caña y el azúcar, trabajan con diésel.

Intervención 4

—Hace unos años Cuba estuvo entre los países avanzados en la producción de electricidad tanto fotovoltaica como eólica. Mi padre me dijo que Cuba llegó a tener, hace más de 30 años, una cultura en la producción de electricidad con energía solar y eólica, como muy pocos países en este mundo.

—Tienes razón. En Cuba existió desde hace muchos años y hasta la desaparición del campo socialista europeo, un polígono internacional que fue uno de los mejores del mundo. Eso fue en Santiago de Cuba. Su director fue Manuel Álvarez, actualmente fallecido. También se fundaron el Instituto de Materiales y Reactivos para la Electrónica (IMRE) de la Facultad de Física de la Universidad de La Habana y el Centro de Estudios Tecnológicos de Energías Renovables de la Cujae. Me acuerdo que en Pinar del Río se hizo el Combinado de Componentes Electrónicos y en La Habana, Copextel. Los primeros módulos

fotovoltaicos que se hicieron en Cuba los hizo Lacetel y los primeros calentadores solares comerciales cubanos se hicieron en Segere, ahí en Boyeros.

Pero con la caída del campo socialista, sufrimos un doble bloqueo. Me acuerdo que en aquel período especial ya estaban los apátridas con las maletas listas para venir a Cuba. Fue cuando nuestro gobierno, con Fidel a la cabeza, dijo que no se podía invertir más dinero en investigaciones, que todos los recursos que teníamos había que invertirlos en la salud del pueblo. Gracias a esa determinación es que hoy tenemos las vacunas contra la covid-19. Por eso digo, metafóricamente hablando, que gracias a la desaparición de ese polígono internacional, hoy estamos vivos. Que conste, el Centro de Investigaciones de Energía Solar no desapareció, pero se convirtió en un centro provincial con los recursos que tenía, que poco a poco se fueron acabando.

Es verdad que el costo fue muy alto y desgraciadamente, hoy tenemos apagones. Por eso le tenemos que echar la culpa al bloqueo. Si no hubiera bloqueo, ¿tú te imaginas dónde estuviéramos en estos momentos en la producción de electricidad con fuentes renovables de energía? ¿Te puedes imaginar cómo sería nuestra cultura energética actual?

Propongo pasar al punto sobre la intermitencia, ¿de acuerdo?

Bien. Efectivamente, todas las fuentes renovables de energía son intermitentes. Tenemos momentos donde no hay radiación solar. Tenemos momentos donde no hay vientos. Tenemos momentos donde no hay residuales agrícolas ni otros orgánicos. Tenemos momentos de sequía. Pero pensemos, ¿qué pudiera ser más intermitente que un barco cargado de petróleo? Hoy tenemos apagones por falta de petróleo, ¿no es el petróleo intermitente?

¿Podemos pasar a la acumulación? Les diré que hace solo unos meses, un

periodista que está hoy aquí, el compañero Víctor, me hizo algunas preguntas sobre la acumulación de energía y yo se las respondí. Esa entrevista salió en el número 100 de la revista *Energía y Tú*. Se la recomiendo.

—Pero profesor, independientemente que podamos conseguir la revista y la leamos, ¿no podría usted decirnos algo ahora?

—Bueno, está bien.

¿Por qué hace falta la acumulación? La acumulación hace falta porque la necesidad no siempre concuerda con la disponibilidad, ya que las dos dependen de factores diferentes. La disponibilidad depende de la producción y esta de la fuente.

Para que la disponibilidad concuerde con la necesidad se hace imprescindible la acumulación. Pero ya he dicho en muchas oportunidades que la acumulación de energía no tiene por qué hacerse en baterías eléctricas. Pudiera ser, pero no necesariamente tiene que ser en baterías. Siempre digo que la acumulación debe hacerse preferentemente lo más cercano a su uso final.

Me gusta poner el ejemplo del agua porque se ve muy rápido. Por ejemplo, si hace falta agua, se acumula a una altura conveniente y después servirla cuando haga falta. El agua se puede bombear con electricidad solar o eólica y no tenemos por qué utilizar petróleo importado, como hasta ahora se hace.

No necesito poner más ejemplos, pero con agua se puede acumular agua caliente, frío a temperaturas bajo cero y sobre cero, aire acondicionado e inclusive hasta la propia electricidad y todo esto partiendo de las fuentes renovables de energía.

Pudiéramos decir también que la mayoría de los portadores energéticos pueden acumularse: el biogás, el bagazo, la cáscara de arroz, los residuos de la madera, así como

otros renovables. No son acumulables el viento y la radiación solar.

También los no renovables como el petróleo, la hulla, los reactivos nucleares e inclusive el gas, se pueden acumular.

Los derivados del petróleo, tanto el diésel y como la gasolina, se utilizan mucho en el transporte y se acumulan en sus tanques correspondientes. Por ejemplo, cuando voy a Santiago o Guantánamo cargo el tanque de gasolina del carro. Lo relleno en el kilómetro 159. Después en Camagüey y a veces en Bayamo. Al regreso hago igual. Un tanque de gasolina no es ni más ni menos que energía acumulada.

Pero lo más molesto en los portadores energéticos es la incertidumbre, principalmente la instantánea. Esa incertidumbre es típica en la radiación solar por la nubosidad y también en el viento.

Para eliminar la incertidumbre que da la nubosidad en la producción de electricidad es mejor hacer varias instalaciones fotovoltaicas pequeñas que una grande y ponerlas a determinadas distancias unas de otras. De esta forma, cuando una nube afecta a una instalación, no afecta a otras y de esta forma se compensan. Algunos autores dicen que la potencia de los parques fotovoltaicos no debe pasar en Cuba de 5 MWp. Esto equivale a una instalación de 875 kW de potencia que produzca electricidad las 24 horas.

Un kilowatt-pico fotovoltaico genera una energía que equivale a una instalación de 175 W. Acuérdense, y esto lo digo para ustedes los estudiantes, que una potencia pico de fotovoltaica es condicionada y no se puede sumar con otra

diferente. La potencia eólica también es condicionada y tampoco se puede sumar con otras.

Seguimos. No se ha definido la distancia mínima que debe estar un parque del otro para que disminuya la incertidumbre provocada por las nubes, pero todo eso es calculable en dependencia de las características de los municipios: sus habitantes, su territorio; si se quiere hacer una red local municipal o varias.

Es importante aclarar que con el aumento de la cantidad de parques fotovoltaicos se puede disminuir la incertidumbre pero no se aumenta ni se disminuye la energía producida. Por eso en el Mariel se están haciendo parques tan grandes, porque al inversionista lo que le interesa es la energía eléctrica vendida y no le importa si hay o no incertidumbre instantánea. Ese no es su problema. Ese problema es del municipio y actualmente de la UNE, pero lo aceptamos. Como aceptamos el precio del kilowatt-hora que nos venden. ¿Se pueden dar cuenta ahora hasta dónde ha llegado el bloqueo?

Sin dudas nos han tirado a matar, pero no importa. De la misma manera que salimos del período especial, saldremos ahora de todas las medidas impuestas por los Trumps y ratificadas por los Bidens, en plena crisis mundial provocada por la pandemia y la guerra en Ucrania. Seguro, pero seguro, una vez más triunfaremos. 🇨🇺

*Académico, Presidente de Cubasolar.

E-mail: berriz@cubasolar.cu

**Periodista, miembro de Cubasolar.

E-mail: sol@cubasolar.cu

La hibridación con fuentes renovables de energía y su importancia para Cuba (II)

Tipos de hibridación para Cuba

Por CONRADO MORENO FIGUEREDO*

9



DANDO continuidad al tema de la hibridación y las ventajas y beneficios que esto pudiera traer a nuestro país, veremos ahora en qué campos y cómo podría introducirse esta tecnología en Cuba acorde con las condiciones climatológicas y el nivel de desarrollo del país.

Sin discusión alguna, en Cuba, de una u otra forma, tenemos posibilidades de explotar todas las fuentes renovables de energía, estas son:

- La energía solar térmica y fotovoltaica
- La energía eólica
- La biomasa en todas sus variantes

- La hidroeléctrica
- La energía oceánica o del mar
- La energía geotérmica

Las que mayores perspectivas y las que se proponen en los programas de desarrollo nacional, por su grado de madurez y desarrollo tecnológico, son las cuatro primeras, dígame la energía solar en sus dos variantes, la eólica, la biomasa fundamentalmente la de la fabricación de azúcar, y la hidroeléctrica, cada una de ellas con sus potencialidades.

Un breve comentario sobre cada una se presenta a continuación.

Energía solar

Cuba recibe una radiación solar promedio de más de 5 kWh/m²/día, por lo que al año tiene, por cada metro cuadrado de superficie, 1825 kWh/m², con poca variación en todo el país; por tanto, la energía solar, tanto térmica como fotovoltaica, no tiene discusión en cuanto a su perspectiva.

Energía solar térmica

10

En lo que respecta a la energía solar térmica, su principal aplicación es el calentamiento de agua. También se emplean equipos solares térmicos en aplicaciones tales como el secado de productos agrícolas e industriales.

La población cubana destina entre 529 y 791 GWh/año (6 % de la energía eléctrica generada) al calentamiento de agua.

En Cuba existen cientos de instalaciones solares construidas y en explotación, todas diseñadas e instaladas por empresas nacionales, con equipamiento solar importado o ensamblado en el país. Se diversificaron los sistemas termosifónicos en obras sociales, en la vivienda multifamiliar y en instalaciones turísticas, en los cuales se aprecian sistemas con colectores solares planos y sistemas con tubos de vidrio al vacío. Los proyectos de sistemas solares, con régimen forzado de circulación, se han concentrado en hoteles con edificaciones de gran porte. Aproximadamente el 85 % de la capacidad instalada corresponde al sector turístico.



Sistema termosifónico con colectores solares planos.

Energía solar fotovoltaica

La principal aplicación de las instalaciones de energía solar fotovoltaica es la producción de electricidad a partir de la radiación solar. Este tipo de aplicación se puede generar a gran escala en parques fotovoltaicos o a pequeña escala para el consumo y autoconsumo residencial, y en pequeñas y medianas industrias. En Cuba funciona una fábrica de paneles solares en Pinar del Río al oeste de la isla, la Empresa de Componentes Electrónicos Ernesto Che Guevara.

Actualmente hay instalados 238 MWp en parques solares, de un potencial de 13 mil MWp, además de 12 MWp en techos de industrias de 900 MWp posibles a instalar. Hay 16 mil unidades instaladas en techos residenciales de un potencial de 2 millones. En cuanto al bombeo solar se encuentran en funcionamiento 1833 sistemas de bombeo solar, de un potencial de más de 10 000 posibles a poner en marcha.



Parque fotovoltaico.

Energía eólica

Como bien dice el investigador Alfredo Roque Rodríguez, del Instituto de Meteorología, en su artículo en el periódico Granma de enero de 2022, Cuba podría generar 1100 MW de electricidad a partir del viento, aunque de acuerdo con los estudios realizados por el Instituto de Meteorología y otras instituciones, entre ellas el Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables (Ceter) de la Universidad Tecnológica de La Habana (Cujae), se han identificado hasta estos momentos casi 2000 MW. Estudios realizados en la primera década de este siglo y posterior-

res, avalan esta afirmación, periodo en que se elaboraron los mapas y atlas eólicos de Cuba y se realizaron mediciones a lo largo de todo el país. Tres parques eólicos se explotan en estos momentos para una potencia instalada de 12,5 MW, evidentemente con muy poca utilización de los 2000 MW estimados.

Aún queda mucho para aplicar de esta fuente de energía, pues la pequeña eólica (menos de 100 kW) y la mediana (menos de 1000 kW) aún no se explotan, a pesar de las grandes perspectivas que presentan, básicamente en el sector turístico, en los hoteles de la costa norte.



Parque eólico.

Energía hidráulica

Cuba no es un país favorecido con grandes ríos o cascadas, por lo que tradicionalmente las instalaciones hidroeléctricas se clasifican como pequeñas centrales hidroeléctricas (PCHÉ).



Turbinas hidráulicas de una PCHÉ.

Hasta finales de 2019 había una potencia instalada, según los especialistas del Ministerio de Energía y Minas, de alrededor de 62,8 MW. Se prevé que hasta 2030 se instalen alrededor de 56 MW en unas 74 PCHÉ en todo el país. La provincia con mayor cantidad de PCHÉ previstas es Santiago de Cuba, con 13,3 MW, por ser la zona más montañosa en el país y tener la mayor energía potencial disponible.

Biomasa como fuente de energía

De las fuentes renovables de energía (FRE), la biomasa es una de las de mayores perspectivas a mediano y largo plazos, por ser Cuba un país agrícola con un vasto potencial en varios sectores generadores de residuos orgánicos. Los principales recursos biomásicos en nuestro país son: bagazo y paja de caña, leña, serrín de madera, cáscara de arroz, residuos de café, residuos forestales y otros residuos agrícolas.

La caña de azúcar es la materia prima para la producción de azúcar, etanol, de numerosos derivados y alimento animal. El bagazo de la caña de azúcar, el residuo más utilizado en esta industria, juega un papel central en la satisfacción de su demanda energética. En cifras generales, en una zafra por cada un millón de toneladas de azúcar se muelen más de 8,8 millones de toneladas de caña y se produce casi 2,36 millones de toneladas de bagazo. La mayor parte de este bagazo se utiliza por la propia industria azucarera para la producción de vapor y la electricidad que requiere su funcionamiento, y una pequeña parte se destina como alimento animal y la producción de derivados.

La instalación insigne en este sentido es la Bioeléctrica Ciro Redondo, en la provincia Ciego de Ávila, diseñada para producir 20 MW y sincronizada al Sistema Eléctrico Nacional. La planta entregará vapor y energía eléctrica. Se prevé que la bioeléctrica consuma a plena capacidad 2100 toneladas de bagazo en un día en tiempo de zafra, y de 1200 a 1500 toneladas de marabú en el periodo de inactividad del ingenio.

Agricultura

Respecto a la agricultura, son muchos los sectores o ramas que tributan materias primas que pudieran ser usadas como fuentes renovables de energía. A pesar del enfoque hacia una agricultura sostenible, esta actividad es aún alta generadora de desechos, aunque el tratamiento de estos residuos ha sido en muchos casos nulo o casi nulo.

12

Industria Pecuaria

Existen tres grandes vertientes dentro de la rama pecuaria que concentran la mayoría del potencial de energía aprovechable, que son, el sector porcino, la ganadería vacuna y la avícola, todavía sin explotar en toda su magnitud.

Residuos Forestales

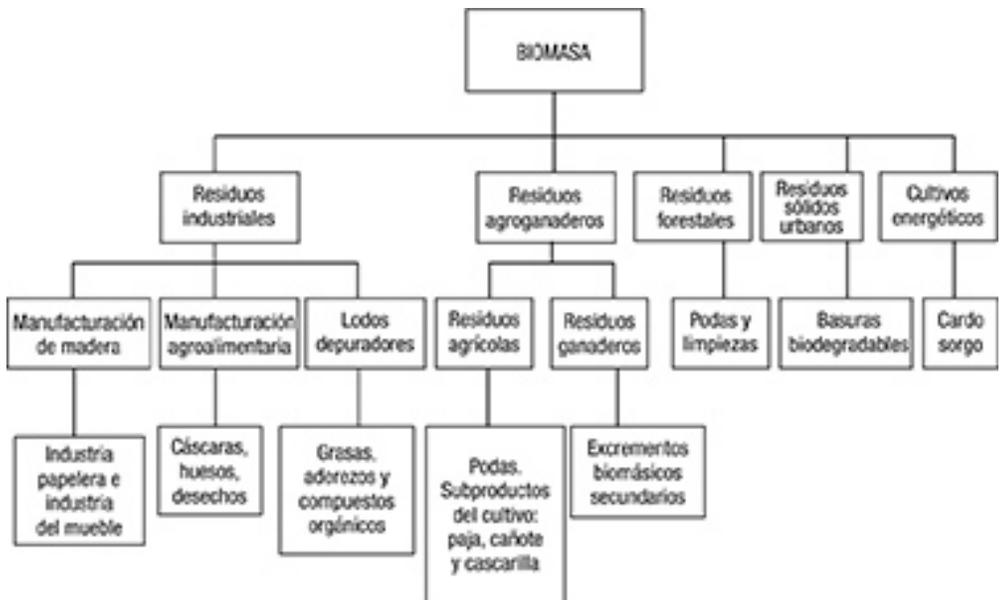
El potencial energético que existe en el país a partir de los residuos forestales de todo tipo está aún por ser explorado, tanto en cantidad y volumen como en calidad e

instalaciones para su uso, considerando la experiencia internacional.

Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Este es un tema que debe cambiar radicalmente en el país en los próximos años si se piensa en lograr niveles de sostenibilidad importante en nuestras ciudades. No solo el reciclaje de recursos que componen los RSU, sino también es determinante la contribución energética desde su fracción orgánica.

Como ya se ha repetido numerosas veces en esta misma revista, ninguna fuente renovable de energía por sí sola puede satisfacer la demanda establemente. Todas ellas son intermitentes, unas más que otras, por tanto, si se quiere llegar al 100 % de la electricidad producida con energías renovables, se tendrán que combinar aprovechando la complementariedad de una o de unas con otras. Y es ahí donde entra la hibridación.



Esquema de la diversificación del uso de la biomasa.

En resumen, en Cuba las principales fuentes renovables de energía en explotación y en perspectivas se encuentran concentradas en la biomasa (bagazo, leña, combustibles y el biogás), la energía solar fotovoltaica, la energía eólica y la energía hidroeléctrica, vistas cada una por sí solas, constituyen un alto potencial para el país en aras de llegar al 100 % de la electricidad producida con energías renovables. No obstante, la hibridación renovable constituye una solución tecnológica que no solo facilitaría una manera más eficiente de la integración masiva de las renovables en el sistema energético cubano, prevista para los próximos años, sino que también permitiría disminuir los costos de financiamiento, algo que tanto dificulta esta integración de las FRE en Cuba.

Clasificación de los sistemas híbridos

Según el tipo de conexión a la red

- Instalaciones *on-grid*: son aquellas instalaciones que disponen de punto de conexión a través del cual vierten su producción a la red de transporte o distribución.
- Instalaciones *off-grid*: son aquellas instalaciones no conectadas a la red eléctrica cuya producción está destinada a garantizar la autosuficiencia energética de un gran consumidor (por ejemplo un frigorífico, un hotel en un cayo) o de una agregación de consumidores en cayos turísticos (microrredes, sistemas aislados y otros).

Según el tipo de proyecto

- Proyectos en el cual se introduce la hibridación a otras instalaciones ya existentes y en operación.
- Proyectos con diseño, instalación y operación con nuevas plantas renovables que serán híbridas.

Tecnologías de hibridación renovable

La hibridación de tecnologías renovables tiene sentido cuando sus perfiles de genera-

ción pueden complementarse, ya sea por el uso de los recursos renovables o por la utilización de tecnologías 100 % gestionables como biomasa o almacenamiento, mitigando la variabilidad e intermitencia inherentes a los propios recursos renovables.

Teniendo en cuenta estos elementos, es decir, la capacidad de complementariedad de las renovables existentes en Cuba, así como la potencialidad de las renovables en Cuba, ya comentada anteriormente, las tecnologías renovables más prometedoras para el país son las siguientes:

- Hibridación de eólica y fotovoltaica
- Hibridación de minihidráulica y fotovoltaica
- Hibridación de biomasa y solar (fotovoltaica o termosolar)
- Hibridación de tecnología renovable y almacenamiento

En próximos trabajos se presentarán estas tecnologías y sus particularidades para Cuba. Solo quiero adelantarles algo: se imaginan que la primera experiencia cubana para generar energía eléctrica, en los tiempos de inactividad del central azucarero, estuviera respaldada con una planta solar fotovoltaica a partir de la biomasa cañera y el marabú en la bioeléctrica Ciro Redondo. ¿Ha pensado usted en eso? ¿Sería más efectiva la instalación? ¿Existirá la posibilidad de trabajar en régimen continuo de operación utilizando la energía solar durante el día y la combustión de biomasa durante la noche? Esta y otras tecnologías las veremos en próximo artículo. 🗣️

*Doctor en Ciencias, Vicepresidente de Mérito de la Asociación Mundial de Energía Eólica (WWEA). Miembro de la Junta Directiva Nacional Cubasolar. Profesor de Mérito Cujae. Centro de Estudios de Tecnologías Energéticas Renovables (Ceter), Universidad Tecnológica de La Habana José A. Echeverría (Cujae).

E-mail: conradomor2014@gmail.com



Soluciones energéticas sostenibles en el Instituto Finlay de Vacunas

*...invertir en la mejora de la salud
humana y el medioambiente*

Por DOLORES CEPILLO MÉNDEZ*

DESARROLLAR capacidades productivas en vacunas para la sostenibilidad del Sistema Nacional de Salud en Cuba ha sido una prioridad para el Estado cubano, y a su vez un logro indiscutible dentro del sector biofarmacéutico de la región. Es uno de los sectores estratégicos y ejes de desarrollo con vistas al Plan de Desarrollo Económico y Social al 2030 del país.

Un importante rol lo ha desempeñado, por casi 30 años, el Instituto Finlay de Vacunas (IFV), institución científica cubana dedicada a la investigación, producción de vacunas y suministro de varios de los productos que hoy forman parte del cuadro básico de medicamentos de Cuba, con su consecuente impacto en la salud del pueblo. Sus capacidades de potencial humano alta-

mente calificado y comprometido, procesos tecnológicos robustos y el trabajo conjunto con otras instituciones científicas cubanas posibilitaron la creación y producción de las vacunas *Soberana 01*, *Soberana 02* y *Soberana Plus*, de las primeras vacunas cubanas y latinoamericanas de elevada efectividad contra el virus SARS-CoV-2.

Invertir en el empleo de las fuentes renovables de energía, la eficiencia energética y el cuidado del medioambiente, es invertir en la mejora de la salud humana. En la *Respuesta integral de las Naciones Unidas* a la covid-19 se reconoce que la recuperación debe ir de la mano de la acción climática.

El Instituto, con un consumo intensivo en energía eléctrica que supone un promedio de 9500 MWh/año, implementa acciones que permiten optimizar la gestión energética y reducir los gastos en divisas. Ello pasa por reducir el consumo de los combustibles y energías utilizadas en los procesos productivos, así como la generación de CO₂. Las acciones que el IFV realiza se centran en el desarrollo y ejecución de planes de gestión energética, automatización, mejora de procesos en los sistemas de producción y la integración de energías renovables.

En este contexto, la Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar) y la ONG española Solidaridad para el Desarrollo y la Paz (Sodepaz), con fondos de la Agencia Española de Colaboración Internacional para el Desarrollo (Aecid) y la Agencia Andaluza de Colaboración Internacional para el Desarrollo (Aacid), ejecutan el proyecto «Fortalecimiento de capacidades del Instituto Finlay de Vacunas (IFV) con energía renovable en el enfrentamiento a la pandemia de la covid-19».

El proyecto cuenta inicialmente con dos estudios realizados por Cubasolar para la instalación de sistemas fotovoltaicos de conexión a red en las cubiertas de las edificaciones del Instituto. Uno

de ellos concebido para los inmuebles que ocupan las Plantas de Ingredientes Farmacéuticos Activos (IFA 1 e IFA 2) y el Bloque de Procesamiento Aséptico, y el otro, en el edificio del otrora Centro de Química Biomolecular, conocido por los trabajadores como CQB.

Varias sesiones de trabajo entre las instituciones participantes posibilitaron la realización de una propuesta de intervención en el CQB, la que fue presentada y aprobada en el marco de las convocatorias de subvenciones, en 2021, de la Aecid y la Aacid para la realización de proyectos de cooperación.



Intercambio de Cubasolar y Sodepaz con la Dirección del IFV.

Entendemos este proyecto como la primera de varias fases. Considerando el volumen de la inversión necesaria para dotar de cierta autonomía energética al IFV, se comienza por una primera instalación de paneles fotovoltaicos, que deberá ser ampliada en la medida en que se obtengan nuevos fondos.

Estrategias de intervención

El proyecto tiene como objetivo general, contribuir a la mejoría de la salud en la lucha contra la covid-19 apoyando el desarrollo de vacunas, y como objetivo específico, mejorar con fuentes renovables de energía la

sostenibilidad del IFV en el combate contra la covid-19.

En tal sentido se han identificado cuatro líneas de intervención a corto y mediano plazos:

- Iniciar la participación de las fuentes renovables de energía y la eficiencia energética en el IFV.
- Mejorar la infraestructura del IFV para ensayos y producción de candidatos vacunales contra la covid-19.
- Elevar la capacitación de los actores claves en el uso y mantenimiento de las tecnologías instaladas, así como en la cultura energética y medioambiental.
- Desarrollar una campaña comunicacional vinculando la pandemia con el cambio climático.

Procuramos que el Instituto Finlay de Vacunas camine hacia la autosostenibilidad, lo que supone mayor eficiencia, mejores condiciones de trabajo para los científicos del centro y el apoyo a la iniciativa, desde el ámbito de la cooperación, con la experiencia de trabajo conjunto de casi tres décadas, entre Sodepaz y Cubasolar.

Los sistemas de conexión a red constituyen una solución económica para obtener energía eléctrica; su simple instalación, fácil manejo y contribución a la sostenibilidad medioambiental, hacen de ellos una alternativa cada vez más beneficiosa, accesible y fiable.

Finalizados el estudio y la tarea técnica, se proyecta la instalación de un sistema de 194,4 kWp, con una energía generada anual de 307,69 MWh/año, estimándose 215,4 toneladas/año de CO₂ que se dejan de emitir a la atmósfera y 76,92 toneladas/año de petróleo que se dejan de consumir.

Se contempla además la sustitución de tubos fluorescentes y lámparas de mercurio del alumbrado perimetral por lámparas led y fotovoltaicas; también la incorporación de un sistema de control

y seguimiento de parámetros eléctricos que permitirá aprovechar las facilidades de monitoreo en tiempo real de equipos y áreas, brindando la información necesaria para el control de la eficiencia energética y la toma de decisiones para la intervención preventiva de los elementos del sistema.

Como parte de los resultados, se incorpora la capacitación, a trabajadores y directivos de la industria farmacéutica, en las nuevas tecnologías fotovoltaicas y el desarrollo de acciones de comunicación y divulgación, vinculando la pandemia con el cambio climático.

Los resultados esperados del proyecto se insertan dentro de la Agenda 2030, en alineación con los ámbitos de acción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El proyecto se alinea de manera transversal con los ODS3, salud y bienestar; ODS7, energía asequible y no contaminante; ODS11, ciudades y comunidades sostenibles; y ODS13, acción por el clima.

Equidad de género

Aunque la intervención no se orienta principalmente al tema de la equidad de género, se prevé intencionar la participación de mujeres y hombres en todas las actividades y etapas del proyecto.

Muchas de las vacunas producidas por el Instituto Finlay son enviadas a países empobrecidos, donde es habitual la discriminación de género en el acceso a la salud. La cooperación médica cubana (con el apoyo de las vacunas producidas por el IFV) permite a mujeres y niñas de estos países disfrutar del acceso a la salud en igualdad de condiciones.

En el IFV la mayoría de la fuerza laboral es femenina (casi el 60 %); el empoderamiento de las mujeres es esencial y han sido reconocidas muchas de las féminas líderes durante la lucha contra la covid-19. A decir de los proyectos de las vacunas

Soberana, sus principales gestores son mujeres.

No obstante, la institución reconoce como reto la necesidad de realizar estudios en profundidad respecto al comportamiento y desarrollo de variables relativas al género, y en la medida de lo posible, coordinar con centros especializados en diagnóstico y estrategias de género para proyectar su perfeccionamiento haciendo más visible el papel de la mujer.

Impacto deseado

El proyecto pondrá en marcha una serie de mecanismos y procesos en sectores altamente prioritarios, la energía y la biotecnología, alineándose con aspectos claves para el desarrollo: control de la pandemia, salud pública, investigación científica, implementación de energías renovables, sustitución de importaciones, concienciación de la sostenibilidad y resiliencia, reducción de emisiones contaminantes, y lucha contra el cambio climático. Se incide directamente sobre diferentes niveles; a nivel económico el mayor impacto está en la disminución del consumo de portadores energéticos fósiles, que son muy contaminantes y de un alto costo en el mercado internacional.

En esta primera fase se plantea diseñar e iniciar una campaña de sensibilización para dar a conocer, no solo la apuesta del IFV hacia la resiliencia y sostenibilidad energética, sino también para informar de los efectos del cambio climático y cómo afrontarlos. Solo en una segunda etapa se prevé hacer masivos estos contenidos y evaluar sus impactos.

Sostenibilidad

El proyecto basa su estrategia a largo plazo, sentando las bases para el fortalecimiento del Instituto como empresa sostenible, introduciendo las energías renovables para mejorar su resiliencia desde una metodología parti-

cipativa y desde prácticas y saberes de los propios participantes. El pilar fundamental de la estrategia de sostenibilidad es el desarrollo de capacidades en la fuerza laboral y órganos de dirección.



Reunión de trabajo del Comité Coordinador del proyecto en el IFV.

La sostenibilidad institucional se refiere al fortalecimiento y eficiencia del Instituto Finlay de Vacunas, y a sus investigaciones, producción, sistemas y procedimientos de administración. La formación y la capacitación son las bases de la sostenibilidad social de la propuesta. Se prevé la participación activa de los actores involucrados en el proyecto, lo que debe continuar durante su aplicación, por tanto, serán los principales garantes de la viabilidad de los resultados. La sostenibilidad ecológica es la esencia de su éxito.

Finalizado el proyecto las instituciones públicas participantes serán las destinatarias finales y responsables del mantenimiento y sostenibilidad del trabajo realizado. 🇨🇺

*Ingeniera en Explotación del Transporte Marítimo. Tesorera de la Junta Directiva Nacional de Cubasolar. Directora cubana del proyecto «Fortalecimiento de capacidades del Instituto Finlay de Vacunas (IFV) con energía renovable en el enfrentamiento a la pandemia de la covid-19».

E-mail: lolita@cubasolar.cu

Instalación de una planta de biogás generadora de electricidad conectada a la red eléctrica nacional (I)

18 *Consejo para el manejo del biogás*

Por JOSMEL RUIZ PONCE DE LEÓN*

EN LA actualidad el biogás es una fuente renovable de energía que puede emplearse para cualquiera de las grandes aplicaciones energéticas: eléctrica, térmica o como carburante, su importancia radica no solo en su capacidad para convertir los residuos orgánicos en combustible, sino en que dichos sistemas evitan la liberación a la atmósfera de gases como el metano (CH_4), que genera veintiuna veces más efecto invernadero que el dióxido de carbono (CO_2), además de su impacto ambiental y económico .

Este artículo abordará sobre las experiencias en la instalación de una planta de biogás generadora de electricidad conectada a la red eléctrica nacional, ubicada en la región central de Cuba.

Consideraciones de diseño

Esta instalación se utiliza para dos actividades fundamentales: la cocción de alimentos y la producción de energía eléctrica a través de un grupo electrógeno de biogás de tipo conexión a red. En la Figura 1 se muestra el esquema de instalación.



Caseta donde se encuentran ubicados los componentes de la planta de biogás.

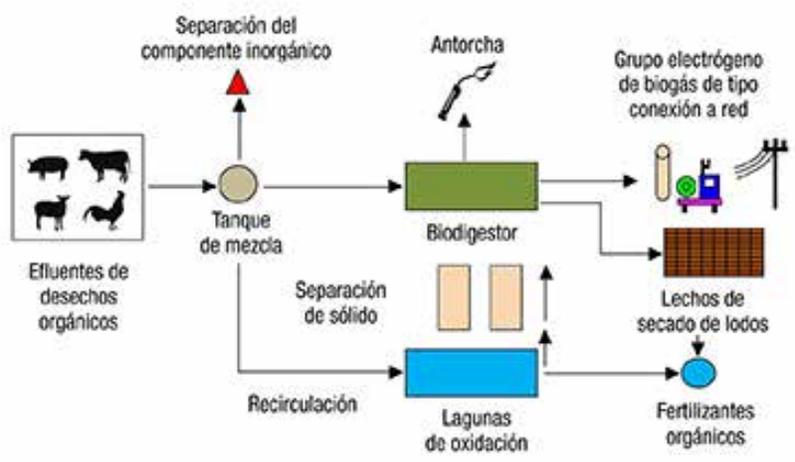


Fig. 1. Esquema de la instalación.

Se construyó un biodigestor de cubierta plana con capacidad de 800 m³ (Figura 2).

Se almacenó el biogás en un depósito con capacidad de 240 m³ (Figura 3).

Se cimentó un lecho de secado para obtener, mediante la evaporación del agua, el biosol, el cual influye significativamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Figura 4).



Fig. 3. Depósito del biogás.



Fig. 2. Biodigestor de cubierta plana.



Fig. 4. Lecho de secado.

Se construyeron tres lagunas de oxidación en las cuales se desarrolla una población compuesta por bacterias, algas unicelulares y otros microorganismos que eliminan los patógenos de las materias orgánicas (Figura 5).



Fig. 5. Lagunas de oxidación.

Para comprimir el biogás se instalaron dos compresores de tres etapas (Figura 6).



Fig. 6. Compresores.

Se montaron dos desulfuradores que eliminan el sulfuro de hidrógeno del biogás para los dos grupos electrógenos de tipo conexión a red (Figura 7).



Fig. 7. Desulfuradores.

Se colocó, a la entrada del biodigestor, una bomba sumergible para los residuales del efluente porcino (Figura 8).



Fig. 8. Bomba sumergible para residuales.

Se conectaron a la red eléctrica nacional dos grupos electrógenos de biogás, marca Stemac con una potencia nominal 96 kW y una potencia instalada de 192 kW, que entregan una energía diaria de 768 kWh, al emplear cada equipo un régimen de trabajo de 4 h al día (Figura 9).



Fig. 9. Grupo electrógeno a biogás.

Se instaló un medidor electrónico bidireccional trifásico para inyectar la energía sobrante a la red eléctrica nacional, dando cumplimiento al Decreto Ley 345 (Figura 10).



Fig. 10. Medidor electrónico bidireccional trifásico.

Conclusiones

La generación de electricidad a partir de plantas de biogás, conectadas a la red eléctrica nacional, ha ido adquiriendo significativa importancia en nuestro país. El biogás se genera en medios naturales o en dispositivos específicos para ello por la biodegradación de la materia orgánica, por lo que es importante impulsar la construcción de estas instalaciones para encauzar el camino hacia el ahorro del combustible fósil, la preservación del ecosistema y la necesaria soberanía energética. 🌱

*Miembro de Cubasolar. Especialista A. Aprovechamiento y Uso Racional de la Energía. Dirección de Infraestructura y Vivienda, La Habana, Cuba.

E-mail: josuanyponce@gmail.com

Mujer y Energía

Utilidad de la virtud

22

Mujer y energía



Nombres y apellidos:
Norbéis del Rosario Infante Pérez

Lugar de nacimiento:
Holguín

Estudios alcanzados:
Ingeniera Química.
Doctorado en Ciencias Psicológicas

Ocupación actual:
Jefa de Formación
y Desarrollo, Unión Eléctrica

*...Alguien desnuda mi piel con su mirada.
Llena de ilusiones mis tristes ojos.
Alguien me hace mujer, pájaro, nube.
Me deja simplemente así,
con el último amanecer de la esperanza...
(cortesía de la entrevistada)*

—¿Cuáles han sido tus aportes en el terreno de la eficiencia y sostenibilidad energéticas?

—Creo que ha sido haber contribuido a la formación de los recursos humanos de

la organización teniendo como prioridad a los más jóvenes y, por supuesto, a las mujeres. Siempre con muchas ganas para fortalecer el trabajo universidad-empresa, convencer de la importancia de esta alianza estratégica.

—¿Cómo logras el balance entre tu trabajo y la responsabilidad con la familia?

—Eso es bien complejo. El sector nuestro tiene un alto nivel de compromiso que exige muchas horas de trabajo. Yo diría que no, que no se logra realmente, porque las mujeres

tenemos esa doble jornada, la del hogar y la del centro laboral. Este sector tiene un nivel de exigencia alto para poder lograr sus objetivos, por tanto hace bien difícil ese equilibrio. De todas formas, siempre tengo la ayuda de la familia, en mi caso de mi esposo y mi hija.

—¿Qué obstáculos has tenido que superar?

—Si lo miro desde el punto de vista de ser mujer y de tener responsabilidades políticas en la organización, soy la secretaria del comité del partido desde hace diez años; los obstáculos han sido las barreras que nos ponen los directivos, mayoritariamente hombres, por no entender que una tiene también, lo que hablábamos anteriormente, de esa doble jornada. Desde la capacitación, ha sido un obstáculo lograr convencer, buscar argumentos para tratar de cambiar la manera de hacer las cosas. Es necesario que se equilibren las responsabilidades desde la perspectiva de género, cambiar los modos de hacer y formas de pensar. Desde la capacitación es bastante difícil, esa ha sido la barrera: ese cambio de mentalidad que necesitamos en nuestros directivos y que debemos continuar trabajando en ello.

—Principales satisfacciones...

—La principal satisfacción es saber que trabajo para aportar, aunque sea un poquito, al país. Me satisface trabajar, hacer por la formación profesional, en especial de la mujer para su crecimiento como ser humano. Me satisfizo mucho lograr matricular en el curso de linieros a una mujer, ya tenemos a nuestra primera mujer liniera del país. Para mí es importante apoyar a que las mujeres, como esta joven, realicen sus sueños. Yo creo que esa es una satisfacción tremenda que me da la responsabilidad que tengo.

—¿Qué te gusta hacer en casa?

—Me encanta limpiar, leer, tener la casa en orden y disfrutar de esa limpieza y orga-

nización. En la casa me gusta leer, siempre trato de leer antes de acostarme a dormir, leer un buen libro. Eso es algo que nos enriquece y nos hace también mejores personas.

—Tus entretenimientos favoritos...

—Se aprende mucho cuando leer es un entretenimiento. Además de leer, me encanta bailar, pero no lo hago porque no tengo tiempo; también me gusta escribir poemas.

—Alguna anécdota relacionada con tu papel de género...

—Tengo una anécdota sobre una muchacha que hizo el curso de soldador y no la dejaban ejercer por ser mujer. Pienso que es esencial una gestión de recursos humanos desde el enfoque de género. La joven insistió muchísimo para que la dejaran capacitarse en ese curso, finalmente la muchacha lo concluyó pero increíblemente no la dejaban ocupar la plaza, acceder a un empleo para el cual ya estaba capacitada. Hubo que hablar varias veces con directivos que no concebían esto. Por eso es necesario un nuevo enfoque en la gestión de los recursos humanos, un cambio de mentalidad. Hemos recibido fuertes críticas por la publicación de convocatorias a cursos con sesgos de género, por ejemplo, con la preferencia de hombres para capacitarse como linieros, o la preferencia de mujeres para cursos de operador. Estas experiencias nos dicen que todavía queda mucho por hacer.

—Palabra favorita...

—Lealtad. Porque es la lealtad a los principios que tengo, a la organización a la que he dedicado 30 años de mi vida. Lealtad al compromiso de lograr una organización equitativa, a mis valores y por supuesto, a la Revolución.

—Palabra que rechazas...

—Rechazo la traición. Esa palabra es lo contrario a la lealtad. Es traicionar los

principios en los que creo y traicionarse a sí mismo. Traicionar no lo justifico, no lo tolero.

—Lo que más amas...

—Lo que más amo es a mi familia. Para mí es el sostén que me da fuerzas para poder hacer las cosas que quiero y vencer los obstáculos. Yo no paro. Llego a mi trabajo a las siete de la mañana y me voy a las ocho de la noche todos los días. Para mí es vital mi familia.

—Lo que aborreces...

—Aborrezco la situación en la que los hombres nos miren desde arriba. Los directivos, sobre todo, que no vean en las mujeres la posibilidad de trabajar a su lado, a su mismo nivel, aportando juntos. Eso es algo que no perdono.

—¿Qué otra ocupación hubieses querido realizar?

—Si no hubiera sido ingeniera química, creo que hubiera sido abogada. Y creo que eso también va un poquito con estas luchas que he tenido, con esta guerra de ayudar a otras personas y exigir que se hagan las cosas como hay que hacerlas.



—Algún consejo...

—Un consejo no, diré dos. El primero, es que las muchachas que hoy están decidiendo su carrera, no duden en ser parte del sector eléctrico. Por lo tanto, estudiar carreras vinculadas sería una excelente oportunidad, porque la energía es el futuro. El segundo consejo es para las mujeres, que trabajan acá en la organización y en el sector energético del país: que sigan luchando, soñando con superarse. Para eso es necesario capacitarse cada día, prepararse. La capacitación es muy importante y el consejo a esas mujeres es que estudien para que crezcan como personas y como profesionales. 🇨🇺



La historia del biogás en el contexto del MUB (I)

... diferentes miradas sobre el tema...

Por JOSÉ ANTONIO GUARDADO CHACÓN*

33



LA HISTORIA del biogás en el mundo y en Cuba tiene distintas miradas. Por tal motivo existe una gran disparidad de criterios en la historia en cuanto al descubrimiento de su utilidad. La literatura especializada y diferentes sitios digitales que abordan el asunto comentan, por ejemplo, lo siguiente:

- Shirley fue el descubridor del biogás en 1667. En aquel momento fue llamado «gas de los pantanos», iden-

tificándolo como el causante de los denominados «fuegos fatuos».

- Fuentes muy antiguas indican que el uso de desechos y los «recursos renovables» para el suministro de energía no son conceptos nuevos, pues ya eran conocidos y utilizados antes de Cristo. Los inicios del biogás se han fijado en base a hechos históricos que indican que alrededor de 3000 años a.C. ya se infería el conocimiento del biogás.

- También hay otras fuentes que citan como primer uso del biogás el calentamiento del agua, alrededor del siglo x a.C.
- Asimismo, hay datos basados en relatos chinos que le atribuyen a la antigua Bombay (actual Mumbai) el primer uso del biogás en 1859.

Dejando a un lado los hechos más o menos anecdóticos y otros indicados en internet** y en literaturas relacionadas con la materia que nos ocupa, se puede concluir que la ciencia del proceso de producción de biogás es tan vieja como puede ser la investigación científica, y tan nueva como su generalización.

Recapitulando los numerosos estudios sobre este proceso, vemos que la primera anotación científica sobre el biogás se atribuye a Jean Baptista Van Helmont, en la primera mitad del siglo xvii (1630), quien determinó que de la descomposición de la materia orgánica se obtenían unos gases que eran inflamables.

A partir de la experiencia adquirida en el MUB (Movimiento de Usuarios del Biogás y otras Fuentes Renovables de Energía) e investigaciones de última hora que infieren que mientras ocurrían los sucesos expuestos, en Cuba los primeros intentos sobre el uso de la tecnología del biogás se enmarcan en la primera mitad del siglo xx y no es hasta sus mediados que son aprovechadas sus utilidades.

En aquel entonces, las cervecerías, comenzadas a construir en el territorio nacional en la década de los cuarenta, venían con proyectos para tratar los residuales del proceso combinando tratamientos aeróbicos y anaeróbicos. Sin embargo, en el caso de la cervecería del Cotorro, se construyó solamente el tratamiento aerobio por el camino del agua. La construcción del tratamiento anaeróbico, en aquellos tiempos, se debe a la reclamación de unos productores chinos

que se beneficiaban de la aguas de la cañada o actual río San Francisco que fungiría como receptor de los efluentes de esa instalación. De esa manera se introduce, en residuales de altas cargas, la digestión anaeróbica en nuestro país.

Cuba fue uno de los primeros países de América Latina donde se introdujo la tecnología de digestión anaeróbica en plantas de tratamiento de aguas negras desde la década del veinte, y los intentos para la captación del biogás en 1940, como ya fue explicado. Es decir, la historia del biogás en Cuba tiene su origen en la primera mitad del siglo xx, seguida de un incierto desarrollo en la década del setenta y de un auge en los años ochenta. Posteriormente, continúa con diversos intentos caracterizados por más fallos que éxitos y un resurgir, a partir de un nuevo enfoque en los años noventa, que comienza a consolidarse con el proyecto Grupo para el Desarrollo de Plantas de Biogás y Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales de Villa Clara (GBV), el cual adquirió ese nombre debido al liderazgo asumido desde las primeras acciones.

El proyecto, caracterizado por su contribución al bienestar de las familias y las comunidades, su creatividad en cuanto a la planificación y la solución de los problemas de diseño, que se adecuan a las características de los usuarios, deviene pionero en su aplicación y método de construcción. Además de atenuar el impacto de los residuos orgánicos en el medioambiente, el proyecto también logró un nuevo enfoque de sensibilización con los usuarios. Este resultado, en condiciones económicas adversas (1983-2022), se ha generalizado y posee un reconocimiento positivo, tanto en el escenario nacional como internacional, aunque es mucho lo que aún falta por hacer.

El proyecto, sustentado con esfuerzos propios y eventuales apoyos de colaboración e instituciones nacionales involucradas,

incluye la transferencia de conocimientos y tecnologías a los usuarios, lo cual ha permitido desarrollar nuevas capacidades y elevar a más de quinientos el número de biodigestores instalados en el país durante el periodo 2000-2005, a más de setecientos durante 2006-2010, alrededor de mil en el 2012 y más de tres mil al cierre de 2020 (Figura 1).

El Consejo Energético Nacional, del 11 de junio de 2020, corrobora estos datos al registrar que en Cuba se producían 674 000 m³ de biogás por día y en la segunda versión del Atlas Nacional de Bioenergía, en el sector agropecuario y forestal se producen 615 595 m³. Este avance inicial en obras de pequeño y mediano formatos fundamentalmente, aunque todavía insuficiente, es el resultado de las acciones realizadas para la promoción y rescate del biogás, y constituyen la base

para su progresiva generalización en el sector rural, donde se pronostican más de siete mil unidades con positivos impactos en el desarrollo local para finales de 2030. Es decir, llegar a ese año a más de 10 000 unidades.

La experiencia adquirida durante estos años en esta tecnología, con la cooperación integrada de instituciones y diferentes sectores de la sociedad, ha permitido un movimiento de diversos actores sociales y económicos que ha contribuido a la formación de valores y capital humano para su progresivo desarrollo en Cuba, con sus correspondientes impactos sociales, energéticos, económicos y ambientales. Estas acciones, de notable carácter participativo y en medio de las crisis que se inician desde la crisis energética de la década del setenta, se han ido aplicando

Contenido de metano en el biogás: 60 %; índice de generación de electricidad: 1,8 kW/h³

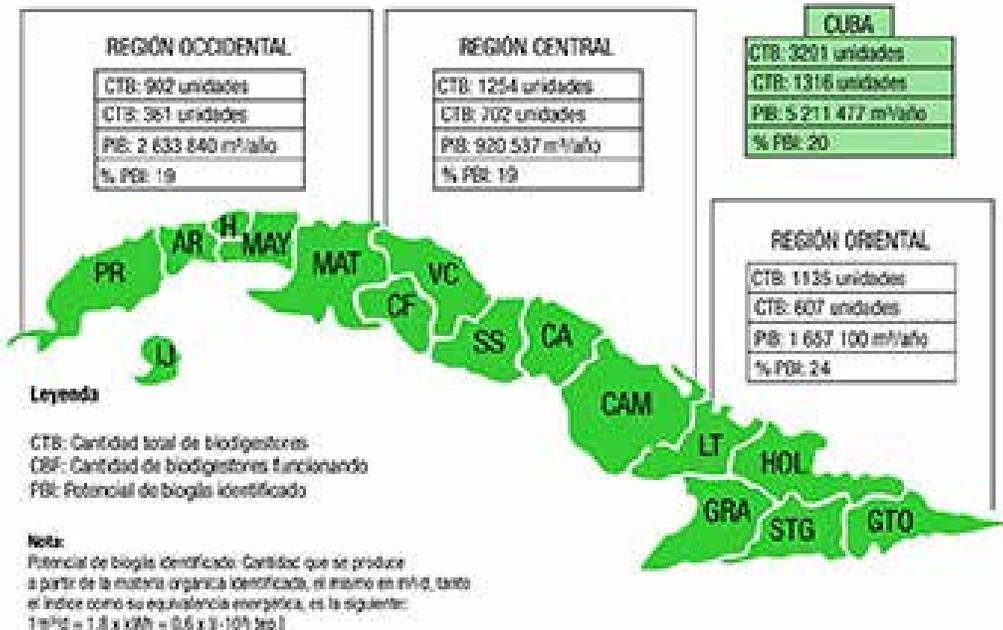


Fig. 1. Biodigestores y potencial del biogás con la participación del MUB en Cuba.

y generalizando en todos los territorios, atenuándose con ello el impacto de los residuos orgánicos en el medioambiente y garantizando mejores condiciones de vida a los usuarios.

Como se infiere, es mucho más lo que se puede hacer que lo alcanzado hasta la fecha en función del desarrollo sostenible. Para lograr ese objetivo es necesaria una cultura en el uso de las fuentes renovables de energía (FRE) y la eficiencia energética, así como lograr verdadera integralidad de todos los actores de la sociedad y la economía. En esta dirección y dentro de los acontecimientos descritos, es justo mencionar a los sectores siguientes: Ministerio de Industria Básica (Minbas); Centro de Investigación de la Energía Solar (CIES); la extinta Comisión de Energía; Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar); Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP) del Minag; Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos (EIPH) del INRH; Cubaenergía (creada en el 2000); Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EPPFIH) a través de su proyecto internacional Biomás-Cuba (creado en el 2008) y que comenzó sus acciones en el 2006; y también a otros que, en nuestro país y debido a esfuerzos de personas e instituciones individuales, hayan desarrollado acciones en el contexto de estos acontecimientos sin que se registren en nuestras estadísticas.

En el 2006 comenzó la consolidación del Movimiento en el marco de la revolución energética vinculado al Grupo Nacional de Biogás (GNB). Su fortalecimiento, en el 2014, tuvo lugar bajo la jurisdicción de Cubasolar.

Durante el accionar de este Movimiento, se ha trabajado con los gobiernos, proyectos y con todos los actores antes mencionados que trabajan el tema en el escenario del desarrollo local. Necesario destacar a

las incipientes tentativas de formulación de políticas para el desarrollo del biogás con acciones gubernamentales iniciadas a principios de los años ochenta, y resurgidas desde los inicios del siglo XXI. Estos intentos se centraron fundamentalmente en aspectos ambientales dirigidos a la protección del medioambiente y el uso racional de los recursos naturales, y fueron incluidas en el artículo 27 de la Constitución de la República, en diciembre de 1980. Surge así un grupo de leyes, decretos, resoluciones y disposiciones dirigidas a la obligatoriedad de las entidades jurídicas y no jurídicas para dar tratamiento a sus residuales con la aplicación de los resultados de la ciencia. Ello ha sido reformulado en las leyes de la nueva Constitución.

En la actualidad, a partir de los antecedentes expuestos, se trabaja en la integración de todos los actores (redes, asociaciones, organizaciones y movimientos) que trabajan el biogás en Cuba. Al respecto, la Tarea Ordenamiento, aprobada por la máxima dirección del país, prevé una mayor participación de los actores de la sociedad cubana en los sectores estatales y no estatales.

Para el apoyo institucional de esta tarea, el Ministerio de Energía y Minas emitió, el 7 de abril de 2021, la Orden Ministerial 395 (OM-395), como complemento a las directivas del Ministerio de Economía y Planificación sobre las FRE a partir de la política establecida en el Decreto Ley 345.

Todas estas acciones, realizadas en los últimos años, así como las bondades del biogás corroboradas científicamente, permiten establecer como esquema el indicado en la Figura 2.

En las condiciones específicas de la agricultura cubana, desde el citado afloramiento de la crisis en la década del setenta, las costumbres de los campesinos cubanos, sus tradiciones, las actuales actividades a corto y mediano plazos permiten establecer como esquema el indicado en la Figura 2.



Fig. 2. Esquema base de las actividades principales practicadas por los usuarios en la agricultura cubana en el contexto del segundo periodo del MUB.

Por último y tomando en consideración que el acompañamiento a los usuarios del biogás para desarrollar los Sistemas de Tratamiento a Ciclo Cerrado (STCC), es un objetivo esencial del movimiento, el MUB, en su segundo periodo, los usuarios del biogás con énfasis en el liderazgo femenino, tomarán también como esquema base el indicado en la Figura 2.

* Doctor en Ciencias. Miembro de la Junta Directiva de Cubasolar. Coordinador del MUB.

E-mail: guardado@cubasolar.cu

** <https://www.energiabiogas.wordpress.com>; <https://www.usfx.bo>; <http://ecoportal.net/> www.wikipedia.com; <http://www.eco.business.com/events>; <http://biogas.asia.pacific.forum/>



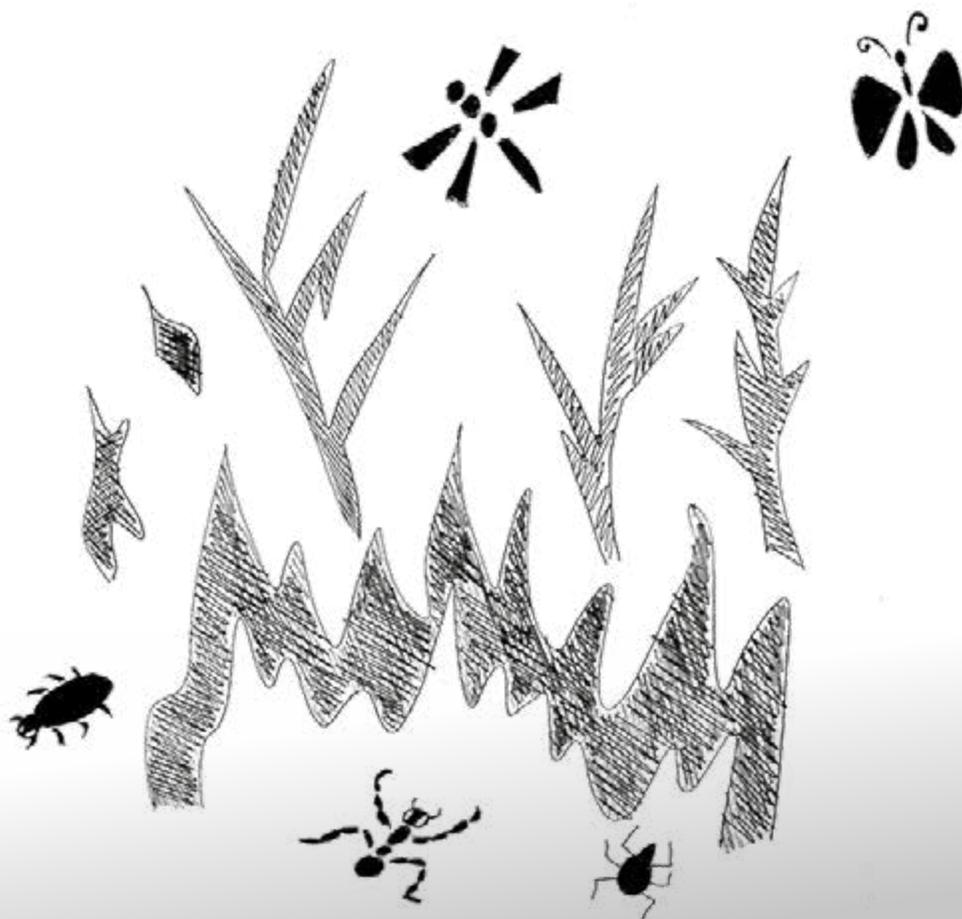
VERBO Y ENERGÍA

*Como los antiguos herejes
en las hogueras ahora redivivas, gritaban
sus cortezas y los troncos calcinados...*

Por JORGE SANTAMARINA GUERRA*

38

Verbo y energía



Cría fama

Una pareja de curieles llegó a *La Finca Isla* sin haberla solicitado, pero en tanto obsequio no pude rechazarla. Se reproducen enseguida, me advirtió el donante, y comencé a alimentarlos. Solo comen hierba y en cantidades impensables para seres tan pequeños, son una prodigiosa máquina de comer los curieles. Pero el caso es que no se han reproducido, al cabo de varios meses que llevan aquí y de los quintales de hierba digeridos, aún no han procreado. Al traerlos, me añadió que son una pareja, y mi nulo saber sobre ellos me hace admitir que, en efecto, lo son; sin embargo, por la causa que fuera, han persistido hasta ahora en el celibato. Su estado, al menos en lo externo, es impecable: se les ve saludables, animosos –para comer, aclaro–, siempre voraces y solo renuentes a procrear. Tal vez la explicación ande por ahí: que su hambre perpetua no les deje ningún tiempo disponible para otros menesteres, ni de noche. A pesar de que, para colmo, duermen sin luz.

Fuego

Del otro lado de la carretera, frente a *La Finca Isla* se produjo un incendio. Por la tarde comenzó a arder la maleza, aunque sin entusiasmo, y al poco rato el fuego parecía haberse extinguido. Fui al lugar y pensé que el incendio no habría de revivir; solo algún punto permanecía humeante, pero sin llamas. En el borde del fuego miradas de

insectos trataban de escapar y varias garzas estupidamente oportunistas –que me recordaron a personajillos ídem– rellenaban con ellos sus buches insaciables. Lo que no hiciera el fuego lo lograban aquellos picos habilísimos e implacables. Sin embargo, por la noche el incendio revivió con fuerza. Las llamas, que por la tarde no rebasaban el umbral de las hierbas, alcanzaban ahora a los árboles y trepaban por ellos reviviendo el espectro de espantosas hogueras inquisitoriales, aunque esta vez sin herejes adentro. Y sin ningún Torquemada que las avivara.

Los árboles ardían uno tras otro y gritaban. Como los antiguos herejes en las hogueras, ahora redivivas, gritaban sus cortezas y los troncos calcinados. Era también sonoro el incendio. El rojo deslumbrante dominó la escena sobrecogedora y el áspero olor de la vida quemada desplazó a los aromas de la noche. De pronto, como en tantas películas, comenzó a llover y la fuerza nueva del agua dominó al fuego, se apagó el resplandor fantasmal y la negrura de la noche sin Luna ocupó su lugar, aunque el olor persistió. Varios días después aún persiste. Acusa tal vez ese olor seco y rancio, inconfundible y de aliento matador, al iniciador del fuego. Quienquiera que hubiese sido. 🐻

*Ecologista y escritor. Miembro de la Uneac y Cubasolar. Premio David (1975). Autor de libros de cuentos, novelas y artículos.

E-mail: santamarina@cubarte.cult.cu



Desafíos de la revista Energía y Tú en el contexto actual

*Presentación de la revista en la
XXXI Feria Internacional del Libro de La Habana*

40

Por MÓNICA CUÉLLAR CÉSPEDES*



CONCEBIDA para contribuir a la formación de una cultura energética y de respeto ambiental en Cuba y en el mundo, *Energía y Tú*, revista cubana de corte científico-popular, merecedora en el 2000 del Premio Nacional de Periodismo Científico y única de su tipo en el país, tiene 25 años de publicación. Alcanzó su número 100 y continúa avanzando en el honroso camino del sol y en su impacto en el público especializado y población en general.

Las fuentes renovables de energía y sus perspectivas para Cuba, la impronta de la mujer en las tareas energéticas y ambientales, la soberanía alimentaria, la agroecología, la arquitectura bioclimática, la descentralización de la generación de electricidad, y el desarrollo local sostenible, son algunos de los temas que forman parte de la identidad editorial de la Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar).

Desde su creación, en 1997, la revista enfrenta desafíos que conjugan, por un lado, la realidad cubana acechada por un férreo bloqueo, y por otro, el reto de atraer a un público cada vez más exigente.

La diversidad de temas que aborda la revista, si bien resultan atrayentes por su actualidad y necesario estudio, no es garantía para ampliar el mundo autoral. Ha sido necesaria la creación de estrategias que van desde la invitación a nuevos autores a través de convocatorias, la relación con organizaciones afines, la creación de secciones en la revista, la modificación de las existentes dotándolas de un lenguaje más próximo



Momentos de la presentación de la revista.

al lector, y recientemente, la invitación al público adolescente y la publicación de entrevistas de corte informativo y biográfico, acciones que analiza el Consejo Editorial.

Las redes sociales han resultado aliadas en el posicionamiento de la editorial y por tanto de la revista. El desarrollo vertiginoso de las tecnologías de la información y la comunicación, acelerado por la pandemia de la covid-19, nos impone avanzar en este sentido. Mas el desafío consiste en sostener un programa de publicaciones diverso, ameno y acorde a nuestros principios y valores revolucionarios con personal cada vez más especializado en ciencias de la comunicación, así como lograr una sostenibilidad económica de la editorial que nos permita aumentar su impacto y adecuar su estructura de cargos al contexto actual.

No obstante, avanzamos en la modernización y rediseño del sitio web de Cubasolar, la actualización de su catálogo y digitalización de su patrimonio, la presentación de publicaciones en eventos y stands de las ferias del

libro que nos permitan una mayor presencia, y el seguimiento de una estrategia comunicacional con el necesario acompañamiento de la Academia de Ciencias de Cuba.

Asegurar la periodicidad de las publicaciones nos incentiva al estudio, actualización y aplicación de las normas para autores. Renovar estas pautas en virtud de la ética científica y la calidad en el uso adecuado del idioma, la edición y el diseño, resulta necesario y constituye un reto al concursar con la multiplicidad de tareas en un breve espacio de tiempo.

La revista *Energía y Tú* vive una transformación en la tipología de sus publicaciones. La difusión del conocimiento científico y la naturaleza impredecible de las audiencias nos impone adoptar los formatos digitales, estudiar las ventajas del desarrollo de una aplicación para móviles, y experimentar sobre el uso de pasarelas de pago.

En la actualidad, las revistas son el medio por excelencia para transmitir conocimientos y *Energía y Tú* juega un papel protagónico al

divulgar saberes propios desde una perspectiva cubana y latinoamericana. Generar el debate científico y popular en diversas esferas del quehacer ambiental y energético, que incentive la investigación, el desarrollo desde la localidad y promueva mejoras en la calidad de vida de la población, constituye un propósito editorial permanente.

Por todo ello agradecemos al Consejo Editorial, autores, editores, diseñador y colaboradores. También a las organizaciones de la colaboración internacional: Solidaridad



Intervención del Dr. C. Conrado Moreno Figueredo.



Intervención del Dr. C. José A. Guardado Chacón.



Intervención del Ing. Jospel Ruiz Ponce de León.

para el Desarrollo y la Paz (Sodepaz), Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Aecid), Slow Food Internacional, Luxemburgo-Cuba, entre otras. A las instituciones cubanas: Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía (Cubaenergía), Centro de Desarrollo Local y Comunitario (Cedel), Centro de Estudios de Tecnologías Energéticas Renovables (Ceter), Unión Eléctrica (UNE), Oficina Nacional para el Control del Uso Racional de la Energía (Onure), Ministerio de Energía y Minas (Minem), Centro Memorial Martín Luther King, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey con su proyecto Biomás-Cuba, Movimiento de Alimentación Sostenible (MAS), Movimiento de Usuarios del Biogás y otras Fuentes Renovables de Energía (MUB) y muchos más, cuya impronta se aprecia a lo largo de toda la etapa.

Muy en particular, a Hans Bergman, de Suecia, cuyo altruismo motivó un importante donativo para la impresión de los últimos números de la revista.

A ustedes, también, por la atención recibida.

¡Muchas gracias! 🙏

* Licenciada en Estudios Socioculturales. Especialista editorial de Cubasolar.

E-mail: monica@cubasolar.cu

La Finca del Medio

Elogio a la sostenibilidad

Por PAOLA MARIELA RICHMOND VARGAS Y ANDRÉS ÁLVARO RIVAS MONGE*

CUESTA imaginar que un modo de vida centrado en el pequeño campesinado sea el camino más preciso y eficiente para construir una vida digna. Sin embargo, la Finca del Medio no deja duda alguna de que así es. Con su enorme aporte a la agricultura cubana y latinoamericana demuestra que el trabajo, profundo y diseñado con la tierra y desde ella, es capaz de ofrecer una soberanía alimentaria que nunca construirá el monstruo de la agroindustria, que inunda a la alimentación con agrotóxicos dañinos para la salud, haciendo dependiente a la economía agrícola y pecuaria de enormes transnacionales, convirtiendo parcelas en desiertos verdes de monocultivos.

El modelo de monocultivo es obsoleto y torpe frente al ejemplo que da esta finca en Sancti Spíritus, Cuba. Productos como leche, huevos, malanga, yuca, plátano, papa, arroz, café, carne de cerdo y frijoles, por solo mencionar algunos, son producidos sin caras tecnologías importadas, con semillas, recursos y energía propios. Algo que se pensaría como un nivel de independencia utópico, lo hacen real todos los días.

Mileidy y Chavely son el corazón de la cocina. Desde muy temprano alistan el café para que llevemos la jarrita a Lorenzo y tomemos un capuchino con leche recién ordeñada de las vacas de la finca. Allí ni el fogón descansa. A las seis de la mañana, o quizá antes, ya está encendida la leña que cocinará la comida del día y secará los productos que serán convertidos en harinas, mieles o aceites; constantemente nos damos cuenta de que no hay desperdicio en el proceso de producción agrícola.





Casimiro padre nos retó. Cuando le preguntamos sobre el modelo de soberanía alimentaria de la familia, nos propuso que las ideas que tenemos en la huerta las llevemos a la mesa: poner la producción al servicio de las ideas, mezclar la agricultura con producciones de valor agregado, diseñar máquinas que hagan eficiente el trabajo a pequeña escala, sacar el máximo alcance y el mayor disfrute.

La comida que se comparte en la finca es única; la preparación es colaborativa; ayudan quienes tienen el tiempo, la disposición y la posibilidad de hacerlo; ponemos la mesa y comemos todos juntos al mediodía y en la noche. La cocina gourmet guajira es cero kilómetros, así la llaman por su cercanía a la cosecha. El proceso de elaboración y conservación de los alimentos va más allá de la cantidad de nutrientes, proteínas y carbohidratos; cruza el placer al decidir qué se come, de qué forma y de dónde viene.



La finca es una escuela de la esperanza: Amanda, José Alberto y Darío fueron nuestros guías, nos llevaron a pescar al embalse, a cosechar moras, siempre atentos a cerrar la cerca para que no se escape el ganado. Van a la escuela por la mañana y en la tarde reciben lecciones en la finca. Cada uno tiene tareas específicas acordes a su edad y capacidades, desde pequeños tienen un vínculo con los animales y, por supuesto, con las tareas diarias de la tierra; la autonomía se hace notar en la forma de ejecutar su parte del trabajo.

Esa selección de lo que más funciona, de lo que más se adapta a una finca en términos biológicos y culturales, solo es posible porque hay un campesinado viviendo en su tierra, perfeccionando cada día más su propia forma de vida, de producir alimentos, de escoger los cultivos, animales y formas de trabajo propias de su territorio y de su concepción de finca. Esa prueba y error a lo largo de los años, la observación y reflexión constantes, permite construir esa toma de decisiones y planificación estratégica necesarias para erigir una resiliencia frente a la situación del cambio climático, las crisis y vaivenes del mercado.



A nosotros, personas que visitamos la finca, nos dan completa libertad para aprender lo que a cada uno le interesa del proyecto. Diseñaron con sus propias manos y construyeron una arquitectura de cúpulas como espacio para dormir. Esta forma del espacio la estudiaron y comprobaron que es la mejor contra los ciclones que constantemente azotan a esta zona geográfica.

Agradecemos el trabajo de 30 años que hace de la finca un ejemplo de sostenibilidad, saber campesino, pensamiento situado en la tierra, criticidad dentro del contexto político del país y posibilidades de construir horizontes disfrutables en el propio campo. Familia Casimiro-Rodríguez: José Antonio, Mileidy, Leidy, Chavely, José hijo, Lizandra, Giraldo, José Alberto, Lore, Darío y Amanda. ¡Gracias por la escolita desde la tierra! 🇸🇨

* Costarricenses. Seguidores en las redes de la Finca del Medio.



Descubrir la vainilla

Apuntes valiosos sobre una especia universal

Por MADELAINE VÁZQUEZ GÁLVEZ*

LAS ESPECIAS ocupan un lugar preponderante en la cultura alimentaria de los pueblos. La lucha por su tenencia provocó conflictos que marcaron momentos importantes en la historia de la humanidad. Es muy probable que el empleo de las especias haya comenzado a partir del descubrimiento del fuego por su uso gastronómico; además, han sido aprovechadas en la medicina, como *cosméticos*, *conservantes* e incluso como *moneda de pago*.

Especial atención presenta la vainilla, cuya utilidad en una cocina más sofisticada convoca a una indagación más profunda. Se reconoce a la vainilla como una de las especias más empleadas en el mundo. Pertenece al género de las orquídeas con alrededor de 110 especies distribuidas por todas las regiones tropicales

y subtropicales de América, Asia y África Occidental. La especie más conocida es la *Vanilla planifolia*, de la que se extrae la vainilla.

Los aztecas la reverenciaban por sus propiedades estimulantes y digestivas. En estos pueblos la vainilla era utilizada como aromatizante, a modo de ofrenda y como medicina por sus propiedades antibacterianas. En particular la utilizaban para aromatizar licores e incluso al cacao, que bebían los nobles y guerreros desde mucho antes de la llegada de los europeos al continente. Hernán Cortés la llevó a Europa para beberla mezclada con el chocolate y en poco tiempo se popularizó en el Viejo Continente como un aromatizante excepcional.

Por su aroma exquisito y sabor inconfundible se ha convertido en un elemento muy

preciado en la gastronomía, pero también en la industria del perfume. Es uno de los productos más utilizados para dar sabor a las preparaciones culinarias, especialmente a los postres como helados, galletas y pasteles. En el mercado se encuentra en diferentes formatos (líquida, en polvo, al natural o en esencia).

Contiene heterósidos como la glucovainillina, que al hidrolizarse se convierte en glucosa y vainillina, dos compuestos de alto sabor dulce. Contiene también aceite esencial con eugenol, zingerona y limoneno, alcoholes vanílico y anísico, cumarinas, y ácidos salicílico y nonanoico. Se debe diferenciar la *vainilla natural*, obtenida de la vaina de esta preciada planta, del aromatizante artificial o de síntesis, utilizado frecuentemente en alimentación, que se suele obtener de mezclas de sacarosa y hulla y al que, de forma incorrecta, se le denomina también vainilla. La vainilla poco tiene que ver con esos aromatizantes artificiales.

Origen y difusión

El origen de la vainilla está asociado a una especie de orquídea nativa de México, caracterizada por ser hermafrodita y la única de la cual se obtiene un fruto en forma de pequeñas vainas conocidas con el nombre de «vainilla». Esta denominación se atribuye a los colonizadores, quienes decidieron llamarla así por la forma tan especial del fruto. Sin embargo, ya era conocida por los antiguos totonacas con el nombre de Xahanat o flor negra y por los aztecas con el nombre de Tlixotlil. En la mayoría de las lenguas se designa a la vainilla por nombres fonéticamente parecidos: *vanilla* en inglés, *wanilia* en polaco, *vanilj* en sueco, *vanil* en ruso y *vanille* en francés.

Inicialmente, la especie de orquídea de la que se obtiene la vainilla solo crecía en México. Cuando los europeos intentaron cultivarla, se percataron que las plantas daban flores pero no frutos. Ello se debía a que la polinización requería de una especie de abeja oriunda

de México, lo que motivó el uso de métodos artificiales que simularan este proceso.

Hasta principios del siglo XIX, únicamente se cultivaba en México y en el norte de Centroamérica (Guatemala y Honduras). A partir de entonces, su cultivo se empezó a extender a lugares tan diversos y distantes como la isla Reunión, a donde fue llevada por los franceses, Madagascar, islas del Pacífico



MAJARETE A LA VAINILLA
Ingredientes para 10 raciones:

Maíz tierno	920 g	2 tazas
Agua	500 mL	2 tazas
Leche	750 mL	2 tazas
Azúcar moreno	330 g	1½ tazas
Canela	2 g	1 ramita
Cáscara de limón	12 g	1 unidad
Sal	2,5 g	¼ cucharadita
Vainilla	1,75 g	¼ cucharadita
Canela	6 g	½ cucharadita

PROCEDIMIENTO:

1. Mezclar el maíz con el agua y la leche. Colar.
2. Colocarlo en una cazuela con el azúcar, la rajita de canela, la cáscara de limón y la sal.
3. Cocinar revolviendo continuamente, hasta que espese.
4. Retirar del calor y añadir la vainilla.
5. Servir en fuente apropiada y polvorear con la canela.



FLAN DE CALABAZA
Ingredientes para 8 raciones:

PROCEDIMIENTO:

Huevo	250 g	5 unidades
Leche condensada	326 g	1 taza
Puré de calabaza	200 g	1 taza
Sal	2,5 g	¼ cucharadita
Vainilla	3,5 mL	½ cucharadita

1. Batir los huevos. 2. Colocar todos los ingredientes en la batidora y mezclar. 3. Poner la mezcla en molde acaramelado y cocinar el flan hasta que al introducir un palillo salga seco. 4. Enfriar y desmoldar.

Nota: Se debe seleccionar una calabaza preferiblemente panuda o de consistencia sólida, y que esté madura. Si se cocina en olla tradicional, la cocción dura una hora; en olla de presión 25 minutos. Para acaramelar el molde se utilizan 5-6 cucharadas de azúcar.

(Polinesia), las Comoras, las Seychelles, China, Turquía y Brasil.

Sin embargo, se debe destacar que su obtención requiere de esfuerzos adicionales; su recolección es únicamente manual y el

período de tiempo necesario para obtener el fruto varía entre 13 y 15 meses. Por esta razón, se considera a la vainilla una de las especias más costosas del mundo, casi a la par de otra de gran valor, el azafrán.

Lezama Lima y la vainilla

El escritor y poeta José Lezama Lima en su obra *Paradiso*, recrea, en uno de los capítulos, la cocina de Juan Izquierdo, el cocinero de la casa de Doña Augusta, permitiéndonos degustar, a través de la lectura, la fineza de esta especia y de otra notable, la canela. Por su valor literario se cita:

«Preguntaba qué barco había traído la canela, la suspendía largo tiempo delante de su nariz, recorría con la yema de los dedos su superficie, como quien comprueba la antigüedad de un pergamino, no por la fecha de la obra que ocultaba, sino por su anchura, por los atrevimientos del diente de jabalí que había laminado aquella superficie. Con la vainilla se demoraba aún más, no la abría directamente en el frasco, sino la dejaba gotear en su pañuelo, y después por ciclos irreversibles de tiempo que ella medía, iba oliendo de nuevo, hasta que los envíos de aquella esencia mareante se fueran extinguendo, y era entonces cuando dictaminaba sobre si era una esencia sabia, que podía participar en la mezcla de un dulce de su elaboración, o tiraba el frasquito abierto entre la yerba del jardín, declarándolo tosco e inservible».

Descubrir la vainilla nos adentra en el mágico mundo de las especias y nos recuerda que su historia es la que ha ayudado a difundir este cultivo, presente en la mayor parte de las pluvisilvas del planeta. 🌿

* Ingeniera Tecnóloga en la especialidad de Tecnología y Organización de la Alimentación Social. Máster en Ciencias de la Educación Superior. Árbitro de Slow Food Internacional, Cuba.

E-mail: madelaine@cubasolar.cu

El sueño verde

Una sola acción no podrá salvar a los bosques del mundo, pero sí a uno

Por ANDREA DÍAZ EZQUERRA*

COMO cada noche, Arturo se sentó en la cama que compartía con su mujer, y tras asegurarse de que su hija dormía plácidamente, se acostó y cerró los ojos.

Pensó en lo que había acontecido durante día: su jefe había aceptado el trabajo de una compañía extranjera para talar el bosque cercano y construir una nueva sede. Se habían discutido temas como el precio de la labor, las demandas que podría presentar la comunidad, la fecha de inicio... A pesar de las negaciones de algunos de sus compañeros de trabajo, alegando algo relacionado con la disminución de las áreas verdes, ya todo había sido acordado: mañana, a primera hora, del añejo bosque no quedaría absolutamente nada.

Arturo no estaba a favor ni en contra del trabajo. No sabía mucho sobre aquello del medioambiente (él mismo lo reconocía); y decidió no opinar sobre el asunto. Pensando y pensando no advirtió que a su alrededor desaparecían los cuadros, la mesita de noche, la cuna y el estante con libros de cocina. De repente sintió que el colchón era sustituido por la tierra húmeda, y abrió los ojos de par en par para ver que su cuarto se había transformado en un bosque: ¡en el bosque que pronto desaparecería!



—¿Hola? ¿Hay alguien aquí? —preguntó alarmado. No recibió respuesta.— ¿Qué ha pasado? ¿Dónde está mi familia?

—No temas, Árbol Andante —dijo una voz profunda en un susurro.

—¿Quién está ahí? ¿Quién eres?

—Soy la maga de este lugar; me ciono a la tierra con mi largo vestido y bailo al compás del viento sin tener pies. Cobijo a las criaturas del bosque, una familia diversa de la que eres parte. Sí, sí, Árbol Andante, estoy justo frente a ti.

Arturo no comprendió al inicio, pero una idea extraña acerca de quién podría ser aquella voz cruzó su mente.

—¿La Yagruma?

—Así es —contestó.

—¿Y para qué quiere hablar conmigo una yagruma? —preguntó Arturo cruzándose de brazos.

—Esa no es la pregunta, Árbol Andante. La verdadera pregunta es, ¿por qué un bosque

de árboles andantes quiere eliminar a otro bosque?

—No comprenderías tú, Yagruma —respondió Arturo algo nervioso.

—¡Quizás ella no! ¡Pero nosotros sí! —Corearon varias voces. Aparecieron entonces, como por arte de magia, un sinnfín de aves, lagartijas, ardillas, lechuzas, y hasta un perro jíbaro. El hombre se asustó al ver a tantos animales juntos.

—¿Pero qué es esto? ¿Qué quieren de mí?

—Queremos seguir viviendo en armonía —dijo una lagartija— Las hormigas, que están en todas partes, nos contaron del plan para talar nuestro hogar. Ustedes piensan que un bosque, que es una comunidad mucho más pacífica que la suya, es inservible, y por eso quieren cortar todos los árboles de este lugar. Pero lo que tú no sabes, bípedo ignorante, es lo importantes que son los espacios verdes para los de tu especie.

—¿Ah, sí? ¿Y por qué? —preguntó Arturo algo enojado.

—Como debiste haber aprendido cuando eras un pichón, los árboles purifican el aire que las industrias contaminan. Contribuyen a que los seres vivos gocen de pulmones limpios y los mercados humanos estén llenos de frutas. En los bosques, además, vivimos muchos animales, y de ser destruidos nuestros hogares, desapareceríamos —explicó una lechuza.

—En eso que dices hay razón —pensó en voz alta Arturo— pero eso no es suficiente para impedir que talemos el bosque. Digo eso porque hay otros bosques. ¿No podrían mudarse a otro lugar?

—¿Y qué haríamos los árboles? —dijo la Yagruma molesta— Nosotros no tenemos pies como ustedes. Por mentalidades como la tuya, muchos bosques mueren a diario y se extinguen muchas especies. Si los bosques desaparecen, dime, ¿de dónde obtendrías los alimentos que llevas a tu boca? ¿Qué sombrilla natural tendrían los árboles andantes que en el monte trabajan? Y respóndeme, Árbol Andante, ¿en qué mundo vivirá tu hija, si no hay un verde fresco y colorido? ¿No has pensado en eso?

Y entonces Arturo comenzó a reflexionar. Ahora pensaba que un mundo sin bosques, sin árboles, no sería lo mismo. ¡Qué triste se pondría su hija al ver bosques en los libros y no poder visitar uno, por pequeño que fuera!

—¿Qué puedo hacer para evitar esto?

Vio entonces que la Yagruma sonreía mientras volvía a hablar.

—Pues aportar tu granito de arena. Una sola acción no podrá salvar a los bosques del mundo, pero sí a uno. ¡Cuento contigo para que tu familia nos visite y nos cuide!

Poco a poco la Yagruma y los animales se fueron haciendo cada vez más borrosos. Al fin despertó de ese sueño verde, y sin importarle que fueran las dos de la mañana decidió hablar con su jefe sobre la tala del bosque. Le explicaría todo lo que había soñado, claro, sin decirle quién se lo había dicho.

¡Y lo cierto es que el bosque sobrevivió!

*Estudiante de 8.º grado de la Secundaria Básica Marta Abreu, municipio Playa.

E-mail: geraldineezquerra@gmail.com



CONVOCATORIA

LA SOCIEDAD Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar) invita a profesionales de universidades, centros de investigación y entidades afines, a publicar en las revistas *Energía* y *Tú y Eco-solar*. Se evaluarán además propuestas de textos para publicaciones no periódicas. Las obras deberán ser inéditas y sin compromisos con otros sellos editoriales.

Diversos temas especializados han pasado a formar parte de nuestra identidad editorial, siempre desde la perspectiva de Cuba y América Latina, en cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU. Entre ellos: la soberanía alimentaria, la educación nutricional y la agricultura familiar sostenible, el estado del arte de las energías fotovoltaica y eólica y sus perspectivas en nuestro país, el desarrollo del biogás como fuente renovable de energía, la educación ambiental, la impronta de la mujer en las tareas energéticas y ambientales, el papel de territorios y localidades en el desarrollo sostenible, la arquitectura bioclimática, y el respeto ambiental, entre otros.

Las contribuciones para las revistas se presentarán en español y el resumen también en inglés. Se evaluarán, preferiblemente, artículos, aunque podrán ser analizados otros tipos de textos relacionados con nuestras temáticas, como entrevistas y guías para el manejo de tecnologías. Los interesados enviarán su nombre, centro laboral, contactos y un resumen de la obra. 📧



Declaración de la Asociación Cubana de las Naciones Unidas (ACNU)

La Asociación Cubana de las Naciones Unidas condena la inclusión de Cuba en la unilateral lista de Estados Patrocinadores del Terrorismo que elabora el gobierno de los Estados Unidos

52



**ASOCIACIÓN CUBANA
DE LAS NACIONES UNIDAS**

LA ASOCIACIÓN Cubana de las Naciones Unidas (ACNU) expresa su más enérgica condena a la inclusión de Cuba, una vez más, en la llamada lista de «Estados Patrocinadores del Terrorismo», que de manera arbitraria y

unilateral elabora cada año el Gobierno de los Estados Unidos de América.

La inclusión de Cuba en este listado es injusta, infundada, absurda y refleja el desprecio de la administración estadounidense ante el reclamo creciente de la comunidad internacional, incluso dentro de los Estados Unidos, que exigen al Gobierno de ese país que Cuba sea retirada de esta lista. La Asociación Cubana de las Naciones Unidas agradece esa posición que ratifica el compromiso de muchos gobiernos, organizaciones no gubernamentales y otros actores de la sociedad civil, con el derecho internacional.

La ilegitimidad e hipocresía del gobierno de EE.UU. al abordar la temática del terrorismo, así como su falta de cooperación y compromiso con la necesaria y mancomunada lucha contra este flagelo a nivel mundial, son evidentes.

La inclusión de Cuba en esta impúdica lista no es un mero hecho formal o burocrático de la administración estadounidense. Por el contrario, ratifica su inalterable política de estrangulamiento económico hacia la nación. Constituye un acto deliberado para generar mayores restricciones financieras

internacionales y limitar aún más la capacidad de Cuba y sus instituciones de realizar operaciones, pagos y transacciones, con impacto directo en la economía, el comercio, y por ende en el desarrollo del país.

Esta lista unilateral es una conocida herramienta del Gobierno estadounidense para justificar y continuar recrudesciendo a niveles extremos el criminal bloqueo que afecta de manera transversal a toda la vida económica y social del país y constituye una flagrante violación a la realización de los derechos humanos del pueblo cubano. Con esta decisión, el gobierno de los Estados Unidos lacera sensiblemente a la familia cubana, a la vez que incrementa el desgaste, el dolor y las pérdidas de nuestra nación.

La sociedad civil cubana agrupada en la ACNU denuncia los dobles raseros y la hipocresía de la administración estadounidense al tratar el terrorismo, a la vez que se enorgullece del limpio historial de la nación cubana en esta esfera. Es bien conocido que Cuba no ha cometido, patrocinado ni apoyado jamás ninguna acción terrorista. Al contrario, su pueblo ha sufrido este flagelo que ha causado la pérdida de 3478 cubanos y discapacidades a otros 2099, así como cuantiosos daños psicológicos, económicos y materiales a su pueblo durante generaciones.

Nos enorgullece la permanente solidaridad practicada por el gobierno y el pueblo cubanos y sus esfuerzos por promover la paz y el desarrollo de muchas naciones hermanas.

Rechazamos y denunciemos, en nombre de la sociedad civil cubana, el contubernio de las autoridades estadounidenses con connotadas organizaciones e individuos terroristas y delincuentes que reciben refugio seguro y actúan libremente desde ese país en contra de la nación cubana. Reprobamos enérgicamente la connivencia de las autoridades estadounidenses con los promotores del terrorismo mediático, que se aplica contra toda la nación, así como contra organizaciones y actores de la sociedad civil cubana.

Reiteramos junto al resto de la población cubana, la decisión de seguir construyendo una nación soberana, sostenible e independiente, a la vez que ratificamos nuestra categórica condena a la manipulación de un asunto tan sensible como el enfrentamiento al terrorismo, con fines políticos y hegemónicos.

Exhortamos a la sociedad civil internacional y estadounidense, a denunciar esta decisión unilateral y arbitraria y a reforzar el reclamo cada vez más universal, de que se excluya a Cuba de esa apócrifa e intimidatoria lista que vulnera los propósitos y principios consagrados de la Carta de las Naciones Unidas. Pedimos, asimismo, que intensifiquen su demanda a favor del cese de la criminal política del bloqueo y por el derecho de la familia cubana y de todo nuestro pueblo, de vivir sin ese cerco genocida. 🇺🇸

LA HABANA, 2 DE MARZO DE 2023

1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11		12	13	14		15	16	17
18				19									20				21		
22			23				24					25				26			
27			28			29				30	31				32				33
		34						35	36				37	38					
	39						40		41					42					
43			44				45	46					47			48			49
50		51				52						53			54				
	55			56	57					58							59		
60								61		62			63		64	65			
66						67				68					69				

Por MADELAINE VÁZQUEZ GÁLVEZ

HORIZONTALES

1. Planta que genera electricidad a partir de fuentes renovables, subproductos industriales y pasivos ambientales y sus procesos de digestión anaeróbicos. 12. Clase o conjunto de prendas que cubren el pie y tienen suela. 18. Átomo o agrupación de átomos que por pérdida o ganancia de uno o más electrones adquiere carga eléctrica. 19. Indagar. 20. Bóvido extinto muy parecido al toro. 21. Conjunto de sistemas informáticos interconectados. 22. Instruir. 24. Fiel. 25. Gas obtenido por la degradación anaerobia de residuos orgánicos, utilizable como combustible. 27. Pronombre personal átono. 28. Arrasar. 30. Deuda (inv.). 32. Nombre de mujer de origen griego procedente de Eirene. 34. Moralista. 35. Por poco. 37. Undécima. 39. Pieza rígida que contiene y protege un dispositivo o mecanismo. 41. Nuevo, ajeno. 42. Sitio con vegetación y a veces con manantiales en los desiertos. 43. Río de Italia. 44. De roer (inv.). 45. Fruto del cidro. 47. Nota musical (inv.). 48. Pintura opaca o transparente de singular brillo y tersura (inv.). 50. Planta anual de la familia de las umbelíferas que posee semillas aromáticas. 52. Trabajoso. 53. Moderado, escaso, limitado. 55. Afirmación. 56. Acompañar o embellecer con coros una composición musical. 58. Verticilo externo de las flores. 59. Símbolo químico del cobre (inv.). 60. Ocultación transitoria total o parcial de un astro por interposición de otro cuerpo celeste. 61. Sitio poblado de árboles y arbustos. 63. Instrumento musical de forma ovoide con ocho agujeros. 66. Río de Cuba. 67. Ganso doméstico. 68. Lugar seco en donde se guarda el trigo. 69. De poco valor y mucha apariencia.

VERTICALES

1. En las máquinas, barra que sirve para transformar el movimiento. 2. Yodo. 3. Organización de las Naciones Unidas. 4. Dicho de un período geológico. 5. Realizar el enroque. 6. Consonantes de caquí. 7. Nombre por el que también se conoce a Gertrudis Gómez de Avellaneda. 8. Rambla. 9. Cólera. 10. Planta umbelífera muy aromática. 11. Terminación verbal. 12. Mamífero artiodáctilo paquidermo. 13. Anillo. 14. Método. 15. Elemento químico usado en la elaboración de venenos. 16. De dar. 17. Cuero para contener líquidos. 23. Lechos. 25. Significa dos. 26. Hogareña (inv.). 29. Artículo determinado. 31. Peso de mercancía que se rebaja en la pesada total. 33. Arte de pesca. 34. Vocales de pera. 36. Yoduros (pl.). 38. Del norte de Europa. 39. Relativo al cono. 43. Apócope de papá. 46. Caminadas. 47. Dios del viento. 49. Perteneciente a un territorio, una comarca o un país. 51. Tierra rodeada de agua. 52. Sustancia sólida que segregan las abejas (inv.). 53. Apócope de mamá. 54. Hacer subir algo que está colgado. 56. Consonantes de copa. 57. Plantigrado. 58. Crucífera. 59. Unión Eléctrica. 60. Infusión (inv.). 62. Pronombre personal tónico de la segunda persona del singular. 64. Decimoséptima letra del alfabeto griego. 65. 3,14 (inv.).

..... TALLER INTERNACIONAL 2024 cubasolar

.....

LA SOCIEDAD Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar) ya está organizando su XV Taller Internacional Cubasolar 2024, a realizarse del 18 al 22 de noviembre de ese año. El evento tendrá como objetivos avanzar hacia la construcción de un sistema energético sostenible basado en fuentes renovables de energía (FRE); propiciar la cooperación y transferencia de tecnologías; y promover el intercambio de experiencias y buenas prácticas entre especialistas e interesados en las temáticas de energía, agua, alimentación y desarrollo humano resiliente e inclusivo.

Sus principales temáticas son:

- Fuentes renovables de energía, medioambiente y desarrollo local sostenible.
- El abasto de agua y las fuentes renovables de energía.
- La soberanía alimentaria y las fuentes renovables de energía.
- Educación, cultura y comunicación energéticas.
- Fuentes renovables de energía, ciencia, tecnología e innovación.
- Avances y desafíos de la economía energética cubana en el ámbito local. Nuevos actores económicos.
- Medioambiente construido y desarrollo sustentable.

- Energía, desarrollo humano, soberanía y equidad social.
- Colaboración internacional y desarrollo energético sostenible.
- Movimientos y redes sociales para la transición energética justa en el contexto de Latinoamérica y el Caribe.

Comité Organizador

Dr. C. Luis Bériz Pérez,
presidente de Honor
M. Sc. Madelaine Vázquez
Gálvez, presidente
Ing. Dolores Cepillo Méndez
Ing. Otto Escalona Pérez
Ing. Miguel González Royo
Dr. C. José A. Guardado Chacón
M. Sc. Alois Arencibia Aruca

Comité Científico

Dr. C. Conrado Moreno Figueredo
Dra. C. Leidy Casimiro Rodríguez
Dra. Cs. Dania González Couret
Dr. C. José Antonio Guardado Chacón
Dr. C. Joel Morales Salas
Dr. C. Guillermo Saura González
Dr. C. Roberto Sosa Cáceres

El Comité Organizador les reitera la invitación con la certeza de que lograremos los objetivos comunes en un clima de amistad y solidaridad. Esperamos contar con su presencia.

Contactos

Madelaine Vázquez Gálvez;
madelaine@cubasolar.cu
Otto Escalona Pérez; otto@cubasolar.cu
+53 72062061
(de lunes a viernes, de 9 a.m. a 1 p.m.)
www.cubasolar.cu
@Cubasolar2030 (Twitter)
Cubasolar.Redsolar (Facebook)



Nota informativa sobre espacio radial de Cubasolar

LA SOCIEDAD Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar) tiene el placer de invitarlos a su espacio radial los miércoles a las 10 a.m. en la revista *Novedades de Radio Metropolitana*, la radio de casa, bajo la dirección de Félix León. Nos podrá escuchar en las frecuencias 98.3 FM y 910 AM, y la retransmisión será los jueves en la revista *Temprano* de Radio Taíno (de 7 a 9 a.m. en la 93.3 MHz). Será un espacio de 10 minutos de duración, que nos permitirá dialogar con nuestros autores, acercarnos al público a través de los temas de la revista científico-popular *Energía y Tú* e incentivar nuevos saberes.

Sin más, acompáñenos cada siete días para dialogar sobre respeto ambiental, fuentes renovables de energía y desarrollo sostenible.

RESPUESTA DEL CRUCIGRAMA

1	B	I	O	E	L	E	C	T	R	I	C	A		12	C	A	L	Z	A	D	O					
19	O	N		19	I	N	Q	U	I	R	I	R		20	U	R	O		21	R	E	D				
22	E	D	U	23	C	A	R		24	L	E	A	L		25	B	I	O	G	26	A	S		R		
27	L	O		28	A	S	O	29	L	A	R		30	A	31	T	I	D		32	I	R	E	33	N	E
	A		34	E	T	I	C	O		35	A	36	I	N	A		37	O	38	N	C	E	N	A		
		39	C	A	R	C	A	S	40	A		41	O	T	R	O		42	O	A	S	I	S			
43	P	O		44	O	R		45	C	I	D	R	A		47	E	R		48	A	C	A	L		49	
50	A	N	I	S		51			52	A	R	D	U	O		53	M	O	D	I	C	O		O		
		55	I	S		56		57	O	R	E	A	R		58	C	A	L	I	Z				59	U	C
60	E	C	L	I	P	S	E		61	S	O	62	T	O		63	O	C	64	A	65	R	I	N	A	
66	T	O	A		67	O	C	A		68	S	I	L	O		69	O	R	O	P	E	L				

DIRECTOR GENERAL
Dr. C. Luis BÉRRIZ

DIRECTORA
M. Sc. MADELAINE VÁZQUEZ

EDICIÓN
Lic. MÓNICA CUÉLLAR
Ing. JORGE SANTAMARINA
M. Sc. MADELAINE VÁZQUEZ

DESEÑO Y COMPOSICIÓN
ALEJANDRO ROMERO

CONSEJO EDITORIAL
Dr. C. Luis BÉRRIZ
Ing. OTTO ESCALONA
Ing. DOLORES CEPILLO
Ing. MIGUEL GONZÁLEZ
M. Sc. MADELAINE VÁZQUEZ

ADMINISTRACIÓN
ROLANDO IBARRA

CONSEJO ASESOR
Lic. RICARDO BÉRRIZ
Dr. C. ALFREDO CURBELO
Ing. JORGE SANTAMARINA
Dr. C. JOSÉ A. GUARDADO
Lic. BRUNO HENRÍQUEZ
Dr. C. ANTONIO SARMIENTO
Dr. C. CONRADO MORENO
Dr. Cs. DANIA GONZÁLEZ
Lic. JULIO TORRES

ENERGÍA Y TÚ, NO. 102
ABR.-JUN., 2023
ISSN 1028-9925
RNPS 0597

REVISTA
CIENTÍFICO-POPULAR TRIMESTRAL
ARBITRADA
DE LA SOCIEDAD CUBANA
PARA LA PROMOCIÓN
DE LAS FUENTES RENOVABLES
DE ENERGÍA
Y EL RESPETO AMBIENTAL
(CUBASOLAR)

DIRECCIÓN
CALLE 20, No. 4111,
PLAYA, LA HABANA, CUBA
TEL.: (53) 72062061

E-MAIL:
eytu@cubasolar.cu
red.solar@cubasolar.cu

WWW.CUBASOLAR.CU

FACEBOOK:
CUBASOLAR.REDSOLAR

COLABORACIÓN

IMPRESIÓN
EDICIONES CARIBE

DISTRIBUCIÓN GRATUITA
DE 9000 EJEMPLARES
A ESTUDIANTES,
BIBLIOTECAS DE TODO EL PAÍS
Y MIEMBROS DE CUBASOLAR