

CONTENIDOS

Ámbito Nacional

Elevará cuba seis veces el uso de fuentes renovables de energía

Globales

Colombianos invierten más de us\$ 2.500 millones en Nicaragua (energía biomasa)

Ingenio Jiboa construirá planta eléctrica de 34.9 mw

Las plantas de biomasa de caña de azúcar superan los 10 gw en Brasil

La Propuesta del Mes

La cogeneración de energía eléctrica en las fábricas de azúcar y alcohol y la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero



IMPOR TANT E

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

EDITORIAL

Estimado lector:

El boletín renovable.cu dedicará esta nueva edición a la producción de energía eléctrica a partir de la biomasa cañera.

El proceso tecnológico para la producción de azúcar requiere de energía mecánica, térmica y eléctrica. El consumo de energía eléctrica para los equipos motrices de una fábrica de azúcar de caña está en el orden de los 15-30 kW-kr/ton caña procesada. Actualmente en Cuba, la energía eléctrica se produce en una alta proporción —96 %— en plantas que emplean combustible fósil (térmicas, energás, motores fuel y diésel).

La biomasa cañera ofrece amplias posibilidades para producir cantidades adicionales de esta energía, a partir de satisfacer sus propias necesidades, —pudiera producir más de 100 kWh/ton caña procesada—, con resultados económicos y ambientales positivos, con la utilización de calderas de vapor de media y alta presión. La producción de energía a partir de ella contribuye a la independencia energética del país.

Con el empleo de esta y otras biomásas, se lleva a cabo un proceso inversionista en estudio para la instalación de unos 755 MW de potencia eléctrica hasta el año 2030 en áreas energéticas de 19 fábricas de azúcar. La implementación de estas capacidades permitirá un aumento de la contribución de la energía eléctrica producida a partir de esa agroindustria —desde un 3.5 % en el actual año hasta un 14 % en el año 2030— o sea, un incremento de 4 veces, que evitaría el uso de combustibles fósiles y la no emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

*Ing. Antonio Valdés Delgado
Cubaenergía*

REDACCIÓN renovable.cu

CUBAENERGÍA, Calle 20 No 4111 e/ 18ª y 47, Miramar, Playa, Ciudad de La Habana, CUBA. Teléfono: 2062064. www.cubaenergia.cu/
Consejo Editorial: Lic. Manuel Álvarez González /Ing. Anaely Saunders Vázquez. Redactor Técnico: Ing. Antonio Valdés Delgado. Edición: Lic. Dulce María Medina García
Compilación: Grupo de Gestión de la Información. Maquetación: Ing. Irayda Oviedo Rivero. Diseño: D.i. Miguel Olano Valiente. Traducción: Lic. Odalys González Solazabal.
RNPS 2261

envíe sugerencias o comentarios a: renovablecu@cubaenergia.cu

Ámbito Nacional

ELEVARÁ CUBA SEIS VECES EL USO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA

13/11/2015

<http://prensa-latina.cu/>

En la Conferencia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación se indicó que las proyecciones futuras son elevar seis veces la participación de las fuentes renovables en la matriz energética de Cuba hacia 2030.

De acuerdo con el director de Energía Renovable del Ministerio de Energía y Minas, ingeniero Rosell Guerra, Cuba desarrolla un programa para impulsar esas fuentes, que elevarán su presencia hasta un 24 % en la generación eléctrica del país.

El cumplimiento de este plan significará la reducción de la emisión en alrededor de seis millones de toneladas anuales de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera, así como de los costos de la producción de energía en Cuba, un tema necesario para el desarrollo del país.

Este proyecto implica la construcción en el archipiélago cubano de 13 grandes parques eólicos, que suman en total 633 MW, la instalación de 700 MW en parques solares fotovoltaicos, 19 bioeléctricas aledañas a centrales azucareros con una potencia de 755 MW, así como 74 pequeñas centrales hidroeléctricas, que suman 56 MW.

Otros programas están referidos a instalaciones de tipo solar-térmico, el uso de la biomasa forestal, así como el aprovechamiento de desechos sólidos urbanos, residuos orgánicos industriales y agrícolas.

También se pretenden instalar 200 mil calentadores solares en hogares, hospitales y centros industriales, introducir la tecnología Led en la red de alumbrado público y viviendas, utilizar paneles solares fotovoltaicos en 21 mil casas situadas en lugares aislados y de difícil acceso, así como biodigestores para el uso de biogás.

En estudio se encuentran proyectos dirigidos al empleo del movimiento de la marea y del gradiente térmico oceánico (diferencia de temperatura entre la superficie del mar y las profundidades) para generar energía, agregó el especialista del Ministerio de Energía y Minas durante la Conferencia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

La cita sesionó en el Centro de Convenciones de Cojímar, en el noreste de La Habana, con la asistencia de más de 200 miembros de la comunidad científica, tecnológica y de innovación del país, sobre todo de sectores prioritarios como energía, producción de alimentos, salud, cambio climático, medio ambiente, ciencias sociales y humanísticas.

El evento tuvo por premisa lograr que la ciencia, la tecnología y la innovación sean herramientas esenciales para el desarrollo de un socialismo próspero y sostenible en la mayor de las antillas.

Globales



COLOMBIANOS INVIERTEN MÁS DE US\$ 2.500 MILLONES EN NICARAGUA (ENERGÍA BIOMASA)

10/2015

<http://www1.upme.gov.co/sgic/?q=content/colombianos-invierten-m%C3%A1s-de-us-2500-millones-en-nicaragua-energ%C3%ADa-biomasa>

El vicepresidente de la Cámara de Industria de Nicaragua, Mario Amador, dijo que en los últimos cinco años empresas colombianas han invertido hasta 2.500 millones de dólares en Nicaragua en diversos proyectos; entre ellos biomasa de azúcar para generación de energía limpia. Destacó que empresarios del país sudamericano han invertido en bancos, minería, un ingenio azucarero y recientemente, una empresa de tecnología para modernizar el servicio de taxis de Managua. Agregó que las inversiones colombianas en Nicaragua se han incrementado debido a los bajos costos de la tierra, mano de obra barata, atractivos incentivos y seguridad ciudadana.

La firma colombiana Mayagüez anunció la compra del 60 % de las acciones de *Casur Sugar Holdings* de Nicaragua. Esta inversión impulsará la industria azucarera y la generación de energía de biomasa. Las inversiones en Nicaragua responden a las atractivas oportunidades de inversión y crecimiento del mercado nicaragüense en azúcar y energía. “En cumplimiento de una visión empresarial estratégica, sostenible y de largo plazo, Mayagüez S.A continuará buscando oportunidades en el mercado energético de la cadena de la caña de azúcar, tanto en Colombia como en el exterior” destaca la publicación *Energía Limpia XXI*.

Casur es uno de los principales productores de azúcar y energía de Nicaragua con una molienda de 645 mil toneladas de caña y ventas de 38.3 millones de dólares.

Nicaragua es el segundo exportador de azúcar de Centroamérica y uno de los que más aprovecha el bagazo de caña para generar energía eléctrica.

Sector azucarero nicaragüense también está impulsando inversiones

En los últimos 20 años Nicaragua duplicó el nivel de rendimiento en la producción de azúcar y la generación de energía de biomasa, pasando de 35 a 78 toneladas por manzana. En el caso de la energía renovable, el sector azucarero aporta 64 MW a la red nacional. Nicaragua es el segundo exportador de azúcar de Centroamérica y uno de los que más aprovecha el bagazo de caña de azúcar para generar energía eléctrica.

La zafra azucarera 2013-2014 cerró con una producción de 16.4 millones de quintales, representando un millón de sacos más en comparación al ciclo anterior. En el período 2012-2016, los ingenios azucareros del país han proyectado realizar una inversión de US\$400 millones, con el objetivo de incrementar la producción de azúcar y la generación de energía.

envíe sugerencias o comentarios a: renovablecu@cubaenergia.cu



INGENIO JIBOA CONSTRUIRÁ PLANTA ELÉCTRICA DE 34.9 MW

9/2015

<http://energias4e.com/noticia.php?id=3439>

El ingenio Jiboa inauguró un proyecto para construir una planta de generación eléctrica a partir de biomasa. El proyecto tendrá una capacidad de producción de 34.9 MW de electricidad. La planta requerirá de una inversión de \$60 millones para adquirir la caldera, el generador y construir todo el sistema.

El proyecto generará electricidad que se utilizará, en principio, para abastecer la maquinaria que procesa la caña para elaborar el azúcar. La energía restante será inyectada a la red eléctrica nacional. Esta electricidad se producirá con el aprovechamiento del bagazo de la caña de azúcar, la cual se convertirá en biomasa como combustible para la planta generadora.

El presidente de la Asociación Azucarera de El Salvador, Mario Salaverría, destacó en el evento de inauguración que los empresarios de este sector han invertido \$350 millones en los últimos cinco años. La inversión se ha destinado a mejorar la eficiencia y productividad del sector, además de la diversificación a través de proyectos de generación eléctrica.

Salaverría resaltó la importancia del sector azucarero, estimando que por cada millón de dólares que invierten, se genera una actividad en otros sectores por un valor de \$650 mil. Además, esa misma inversión es capaz de generar 174 empleos y \$100 mil en ingresos fiscales.

El líder gremial mencionó además, que El Salvador se encuentra entre los primeros 20 productores de azúcar en Centroamérica. En la región es el más eficiente en el proceso de producción, precisó.

En el evento estuvieron presentes el vicepresidente de la república Oscar Ortiz, el ministro de economía y presidente del Consejo Nacional de Energía, Tharsis Salomón López y empresarios del sector.

Durante el primer semestre del año la tarifa eléctrica experimentó dos reducciones en el precio; esto se debió en parte a la participación del sector azucarero en la generación de energía eléctrica.

En su momento de mayor generación, los ingenios azucareros aportaron el 15.7 % de la electricidad en la red nacional.



LAS PLANTAS DE BIOMASA DE CAÑA DE AZÚCAR SUPERAN LOS 10 GW EN BRASIL

10/2015

<http://www.powerengineeringint.com/articles/2015/06/las-plantas-de-biomasa-de-ca-a-de-az-car-superan-los-10-gw-en-brasil.html>

La potencia instalada en plantas de biomasa de caña de azúcar ha alcanzado los 10 GW, de acuerdo con los datos ofrecidos por la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL). Esto representa casi el 7 % de la capacidad instalada total en esa potencia sudamericana.

La nueva capacidad energética convierte a la biomasa de caña de azúcar en la tercera fuente más importante, detrás de la hidroeléctrica (62 %) y las fuentes de gas natural (9 %), reporta Energías renovables.

Zilmar de Souza, gerente de bioelectricidad de Unión de Industria de la Caña de Azúcar (UNICA), ha dicho que la biomasa duplica dos veces y media la capacidad instalada, la que se eleva a 12.500 MW si se toma en consideración otras biomásas como la generación en base a madera, otras industrias agrícolas y los residuos sólidos urbanos y de animales.

Según datos de la UNICA, en 2013 el 57 % de la producción de las centrales a biomasa se empleaba para el autoconsumo de las unidades industriales, mientras el 43 % restante se destinaba al Sistema Interconectado Nacional.

Asimismo, la Compañía Energética de Sao Paulo (Cesp) ha anunciado que pretende realizar una apuesta firme por la biomasa. Cesp se podría asociar con otras empresas para generar electricidad a partir de la combustión del bagazo de caña de azúcar. El gobierno del estado de Sao Paulo aplicará incentivos fiscales al cultivo de la caña de azúcar, así como de otros materiales aptos para la generación de bioenergía como es el caso del sorgo y el maíz. Brasil tiene ya 388 plantas de biomasa de caña de azúcar, más de 500, si se suman las de todo tipo.

El representante de UNICA estima que en este año se instalarán en total 633 MW más. Pero el futuro será menos atractivo para los próximos años. Según de Souza, "en los años 2016-2018, la situación será más cautelosa, debido a que el incremento medio anual de bioelectricidad será de solamente 256 MW".

El funcionario advierte que de no haber "una directriz específica para estimular la bioelectricidad en el mercado regulado o que el mercado libre sea revitalizado", será difícil que se supere esa media en el trienio mencionado.

En ese sentido, de Souza ha hecho un llamado a "definir el papel de la bioelectricidad a largo plazo (y también del etanol) en la matriz energética de Brasil", al que menciona como "requisito previo para el uso del potencial de la industria de la caña de azúcar", y evitar la disminución en el porcentaje anual de la capacidad instalada de biomasa con presencia en la matriz eléctrica.

Pero a pesar de las dificultades que Brasil pueda experimentar en el futuro, la biomasa tiene un potencial enorme y se evidencia ya en varios países de América Latina. La combustión de residuos forestales y de otros materiales como el bagazo de la caña de azúcar se puede convertir en un eficaz medio para generar electricidad, y cada vez más países están confiando en esa fuente.

Eventos



I FERIA DE LA ENERGÍA DE GALICIA

Lugar: Galicia, España
 Fecha: 14/4/2015- 16/4/2015
<http://www.solarnews.es/>

La Feria de la Energía de Galicia celebrará su Primera Edición en la Feria Internacional de Galicia ABANCA del 14 al 16 de abril de 2016, la cual reunirá todos los tipos de energía, convencionales y renovables, y a todos sus agentes.

Relevancia del Comité Organizador

La reunión del Comité Organizador estuvo presidida por el director general de Energía e Minas de la Xunta de Galicia, Ángel Bernardo Tahoces, quien destacó la relevancia del Comité y subrayó la oportunidad que supone el encuentro para el sector.



XIII SEMINARIO DE ENERGÍA EN APOYO A LA TOMA DE DECISIONES

País: Cuba
 Lugar: Salón Internacional, Hotel Riviera
 Fecha: 18/11/2015 – 19/11/2015

El Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía (CUBAENERGIA), con el coauspicio de la Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de Avanzada (AENTA), la Organización Superior de Dirección Empresarial AZCUBA, el Centro de Inmunología Molecular (CIM), el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), la Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (CUBASOLAR), el Ministerio de Educación Superior (MES), el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), el Ministerio de Economía y Planificación (MEP), el Ministerio de la Agricultura (MINAG), el Ministerio del Interior (MININT), el Ministerio del Transporte (MITRANS), la Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONEI) y la Unión Eléctrica (UNE), invitan a los directivos y especialistas relacionados con el tema de la energía en la República de Cuba a participar en el “XIII Seminario Nacional de Energía en apoyo a la toma de decisiones”, que se celebrará el 18 y 19 de noviembre de 2015 en el Salón Internacional del Hotel Riviera.

El objetivo del seminario es poner a disposición de los tomadores de decisiones y especialistas relacionados con el tema de la energía, resultados de investigaciones, evaluaciones tecnológicas, políticas energéticas, experiencias exitosas, pronósticos y proyecciones, así como intercambiar sobre la problemática energética actual, sus

sostenibilidad y sus implicaciones ambientales en el país. Esta edición estará dedicada a las acciones nacionales apropiadas de mitigación (conocidas por sus siglas en inglés NAMA) y efectos del cambio climático en el sector energético principalmente.

Coordinador:

David Pérez, Grupo de Planificación Energética, CUBAENERGIA

E-mail: davidp@cubaenergia.cu

Teléf.: 7206 20 64

Las solicitudes de inscripción se deberán efectuar antes del 30 de octubre de 2015 a:

Belkis Soler,

E-mail: bks@cubaenergia.cu

Teléf.: 7206 20 64

Las propuestas de temas a debatir se recibirán hasta el 30 de octubre de 2015

Temas preliminares de debate:

- Política energética nacional, MINEM
- Acciones Oficina Nacional de uso racional de la energía, MINEM
- Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA), CUBAENERGIA
- Acciones Energía a nivel local
- Actualización estadísticas energéticas del país, ONEI
- Impacto del cambio climático en el sector energético

Cuota de participación: 200 CUP o 200 CUC

Capacidades limitadas a 70 participantes.

La Propuesta del Mes

LA COGENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS FÁBRICAS DE AZÚCAR Y ALCOHOL Y LA DISMINUCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Ing. Antonio Valdés Delgado

Centro de gestión de la Información y desarrollo de la Energía (Cubaenergia)

avaldes@cubaenergia.cu

Tomado de: VIII Conferencia Internacional de Energía Renovable, Ahorro de Energía y Educación Energética, CIER 2015

Resumen

La energía eléctrica en Cuba actualmente se produce —en alta proporción— en plantas que emplean combustible fósil. El precio de los combustibles fósiles, así como la influencia negativa sobre el medio ambiente por emisiones de los gases de efecto invernadero, ha indicado la necesidad de desarrollar otras fuentes de energía. La biomasa de la caña de azúcar ofrece amplias posibilidades para producir esta energía con resultados económicos y ambientales positivos.

El proceso tecnológico para la producción de azúcar requiere de energía mecánica; su bajo consumo en comparación con las necesidades de energía térmica y su empleo a bajas presiones, determinan la posibilidad de implementar un sistema de cogeneración de

energía mecánica, térmica y eléctrica. El consumo de energía eléctrica para los equipos motrices de una fábrica es del orden de los 15-30 kW-kr/ton caña.

La cantidad de energía eléctrica que se genera en una fábrica de azúcar de caña es suficiente para cubrir sus propias necesidades, pudiéndose obtener una cantidad adicional para su suministro a la red pública, así como satisfacer las necesidades de otras producciones como el alcohol.

Se muestran diversas posibilidades energéticas derivadas de la agroindustria azucarera y reflejadas en la disposición de combustibles sólidos como son los residuos agrícolas de la cosecha (RAC) y el bagazo de la caña, así como un combustible líquido: el alcohol y un combustible gaseoso: el biogás.

La obtención de los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos de las producciones de azúcar y alcohol permite evitar la utilización de combustibles fósiles como la gasolina y el fuel oil y posibilita que no se envíen gases a la atmósfera que incidan sobre el efecto invernadero.

Introducción

En Cuba, desde inicio del siglo, la energía eléctrica se produce en la industria azucarera. En el año 1911 una planta eléctrica fue instalada con una capacidad que podría satisfacer las necesidades de la fábrica y suministrar energía eléctrica a otros consumidores. En 1925 ya había 76 fábricas totalmente o parcialmente electrificadas con 200 turbogeneradores instalados, contándose con una capacidad de generación total de 162 MW, entretanto el sector público tenía instalado solo 108 MW (Altshuler J. 1999). En países como Brasil (Pistore y Silva 2006), Kenya (Yuko 2006) se actualizan valoraciones sobre la importancia del empleo de sistemas de cogeneración de energía a partir de combustibles de la industria azucarera.

Actualmente, la energía eléctrica en Cuba se produce —en alta proporción— en plantas que emplean combustible fósil. El precio de los combustibles fósiles, así como la influencia negativa sobre el medio ambiente por emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI), ha indicado la necesidad de desarrollar otras fuentes de energía. En nuestro caso, la biomasa de la caña de azúcar ofrece amplias posibilidades para producir esta energía con resultados ambientales positivos.

El proceso tecnológico para la producción de azúcar requiere del uso de energía mecánica. Su bajo consumo en comparación con las necesidades de energía térmica y su empleo a bajas presiones determinan la posibilidad de implementar un sistema de cogeneración de energía mecánica, térmica y eléctrica. El consumo de energía eléctrica para los equipos motrices de una fábrica es del orden de los 15-25 kW-kr/ton caña.

Es importante señalar que la presión a que se genera el vapor en las calderas tiene un valor significativo en la eficiencia de la producción de energía eléctrica, en el ahorro de fuel oil equivalente y en la reducción de la emisión de los GEI. Las experiencias mundiales se relacionan con emplear presiones de 67 atmósferas y 520 °C. Hay que señalar que en el momento actual se inician experiencias comerciales de la generación de vapor a partir de presiones del orden de las 100 atmósferas y 540 °C de temperatura. Además el uso de sus residuales en la producción de biogás es otra fuente de combustible que se puede utilizar en la generación de energía eléctrica.

La reducción de emisiones de GEI, a partir de la producción de azúcar, se puede alcanzar mediante el empleo de equipos y esquemas eficientes en la generación y consumo de energía térmica y eléctrica; ello permitiría satisfacer totalmente las necesidades de la producción de azúcar y obtener determinadas cantidades sobrantes de un combustible renovable, no contaminante, —el bagazo, así como los residuos agrícolas de la cosecha cañera (RAC)—. El empleo de estas biomásas propicia una disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero al no consumirse combustible fósil como es cuando se produce azúcar a partir de la remolacha azucarera.

En este trabajo se expone la integración de la utilización de energía en un complejo azucarero-alcoholero para ejemplificar las posibilidades de autosostenerse energéticamente ambas producciones a partir del combustible disponible del procesamiento agroindustrial de la caña de azúcar.

Estudio de un caso de la producción de azúcar y alcohol

Las producciones de azúcar y alcohol pueden tener satisfechas sus demandas energéticas y alcanzar sobrantes para otros consumidores, si se emplean sistemas eficientes en la generación de estas energías. A continuación se realiza un estudio de caso para exponer las magnitudes de energía alcanzables a través de esta agroindustria.

Los datos considerados para el caso en estudio son como sigue:

Superficie Agrícola utilizada 1000 ha
 Rendimiento agrícola 70 ton/ha
 Cantidad de caña disponible: 70 000 ton
 Caña procesada en la fábrica 1000 ton/día (41.7t/h)
 Días zafra: 70
 Bagazo % caña: 28
 Cantidad bagazo: 19 600 ton/zafra 11.7 t/h)
 Residuos agrícola cosecha (RAC): 25 % caña
 Residuos de la cosecha disponibles: se considera la utilización del 50 %, o sea, 11550 t/zafra (6.8 t/h)
 Cachaza % Caña: 4 %
 Cachaza disponible: 2800 ton/zafra (1.67 t/h)
 Cantidad biogás producido: entre 280 000 y 448 000 m³/zafra
 Miel final % Caña: 3.5 %
 Miel final disponible: 2450 ton/zafra (1.46 t/h)
 Cantidad miel final/cantidad alcohol I: 4.3 ton MF/ton etanol
 Cantidad alcohol producido: 570 ton/zafra (0.34 t/h); 720 m³/zafra
 Cantidad vinazas producida a partir de 13 ton vinazas/ton alcohol: 7410 ton/zafra (4.4 t/h)
 Cantidad biogás producido: 148 200 m³/zafra
 Índice de la generación vapor: 2.0 toneladas de vapor/ton de bagazo
 Consumo energía eléctrica por la fábrica de azúcar: 30 kW-h/ton caña
 Consumo energía eléctrica en la planta de etanol: 15 kW-hr/hl
 Consumo vapor producción azúcar: 450 kg vapor /ton caña
 Consumo vapor producción alcohol 330 kg vapor /hl alcohol

A1.- La producción de energía eléctrica a partir del bagazo obtenido del procesamiento de la caña

El proceso tecnológico para la producción de azúcar requiere del uso de energía mecánica para realizar la extracción de la sacarosa al jugo de la caña, ya sea mediante un sistema de molinos o de difusión; para ello se emplean motores eléctricos o turbinas a vapor. El bajo consumo de energía mecánica en comparación con las necesidades de energía térmica y su empleo a bajas presiones determina la posibilidad de implementar un sistema de cogeneración de energía eléctrica.

La demanda de vapor en el proceso de producción del azúcar condiciona las capacidades directas de producción de energía eléctrica. Un esquema térmico eficiente en el uso de vapor indica una menor generación de energía eléctrica, pero permite sobrantes de bagazo para generar una mayor cantidad de esta energía o emplearse como materia prima en otras producciones o como sustituto de combustible fósil en otras producciones.

El esquema térmico de una fábrica de azúcar consiste en balancear el consumo de bagazo para que sea suficiente para la producción de azúcar, y en emplear un sistema de contrapresión en el turbogenerador para producir una generación tal que satisfaga las necesidades de energía eléctrica; en algunos casos, para obtener determinadas cantidades de energía eléctrica sobrante y obtener la cantidad suficiente de vapor de baja presión para satisfacer las necesidades del proceso tecnológico, tanto de la producción de azúcar como de alcohol. Es de señalar que la presión de generación del vapor tiene un valor significativo en la producción de energía eléctrica, en el ahorro de fuel oil y en la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero. Ver Tabla 1. Existen múltiples ejemplos de estudios y de instalaciones en países productores de azúcar de caña a partir del bagazo producido.

Tabla 1. Presión de generación de vapor, producción de energía eléctrica a partir del bagazo producido, ahorro de fuel oil y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero

Presión vapor (kg/cm ²)	Índice Generación (kg vapor/ kWhr)	Energía eléctrica generada (kWhr/tcaña)	Fuel oil Evitado (kg/h)	CO ₂ Evitado (kg/h)
18	14.0	39.9	466	1468
28	9.7	57.6	672	2117
42	8.0	69.9	815	2567
56	7.4	75.6	881	2775
67	6.3	88.6	1036	3263
100	5.7	98.0	1146	3609

Los índices utilizados son: bagazo % caña de 28, consumo fuel oil por kWh de 270 gr, cantidad vapor producido por cantidad bagazo alimentado a la caldera: 2.0, caña molida 41.7 ton/hr, cantidad carbono en el fuel oil 90 % y cantidad CO₂ por cantidad carbono 3.67.

La cantidad de emisiones de CO₂ evitadas, considerando diferentes presiones de vapor, indican valores entre 1468 y 3609 kg/hr de CO₂ por efecto de la cantidad de energía eléctrica producida, ello muestra una emisión referida a la superficie agrícola empleada entre 2.45 y 6.02 ton/ha, que a su vez representa para las 70 000 toneladas de caña obtenidas una emisión evitada entre 0.0352 a 0.0865 ton de CO₂/por tonelada de caña producida para el caso estudiado.

El consumo de energía eléctrica para los equipos motrices de la fábrica se considera de 30 kw-kr/ton caña procesada para satisfacer sus propias necesidades. En la tabla 2 se muestran la energía y el CO₂ neto que se puede disponer después de satisfacer las necesidades de la producción del azúcar.

Tabla 2. Energía eléctrica disponible para satisfacer necesidades adicionales a la producción de azúcar, consumo evitado de fuel oil y de CO₂

Presión vapor (kg/cm ²)	Energía eléctrica disponible (kWhr)		Fuel oil Evitado (kg/h)	CO ₂ Evitado (kg/h)
	Total	Por tonelada de caña		
18	412	9.9	111	366
28	1150	27.6	310	1023
42	1663	39.9	449	1482
56	1900	45.6	513	1693
67	2444	58.6	659	2175
100	2836	68.0	778	2578

En este análisis, que considera el consumo interno de energía por la producción de azúcar y la cantidad de emisiones de CO₂ evitadas, teniendo en cuenta diferentes presiones de vapor, se indican valores entre 366 y 2578 kg/hr de CO₂ por efecto de la cantidad de energía eléctrica producida; ello indica una emisión referida a la superficie agrícola empleada entre 0.61 y 4.29 ton/ha, que a su vez representa para las 70 000 toneladas de caña obtenidas una emisión evitada entre 0.0088 y 0.0619 ton de CO₂/por tonelada de caña producida para el caso estudiado.

En los otros casos, en que el período de cosecha se limita a una parte del año —150 a 180 días— no es muy atractivo económicamente realizar una instalación de este tipo, a no ser que se utilice un segundo combustible —fuel-oil, carbón, gas natural, bagazo o RAC almacenados— de forma tal que se pueda operar durante todo el año. Existen experiencias de este sistema en Hawái, Brasil, Isla Reunión, Mauricio y la Isla Guadalupe. En estos casos se genera el vapor a presiones entre 60-80 kg/cm², con el objetivo de aumentar el índice de generación de electricidad; se reportan valores entre 90-110 kW-hr generado por tonelada de caña.

A.2 La producción de energía eléctrica y CO₂ evitado a partir del bagazo obtenido del procesamiento de la caña y uso del RAC disponible

Se considera una cantidad de RAC disponible de 50 % al dejarse en el campo el otro 50 % para disminuir la formación de malas hierbas, preservar la humedad del suelo y disminuir el uso de herbicidas. Ello representa una cantidad de RAC de 167 t/día o sea 7.0 t/h, y considerando que el uso total del bagazo producido de 11.7 t/h indica una cantidad total de biomasa disponible para generar vapor de 18.7 t/h, lo que permite generar unas 37.4 t/h de vapor (ver tabla 3).

Hay que señalar que se necesita realizar estudios investigativos para precisar el máximo RAC permisible en mezcla con el bagazo para evitar afectaciones a la caldera por efecto de compuestos que puedan producir corrosión en sus tubos.

Tabla 3. Energía eléctrica generada y emisiones evitadas de CO₂ por el uso del bagazo y del RAC disponible

Presión vapor (kg/cm ²)	Índice generación (kg vapor/ kWh)	Energía eléctrica generada (kWh)		Fuel oil evitado (kg/h)	CO ₂ evitado (kg/h)
		Total B+RAC	Por ton caña		
18	14.0	2671	64.0	721	2379
28	9.7	3856	92.5	1041	3435
42	8.0	4675	112.1	1262	4165
56	7.4	5055	121.2	1365	4504
67	6.3	5649	135,5	1524	5029
100	5.7	6244	149.7	1684	5557

En este análisis que considera —adicionalmente al bagazo— la combustión de la mitad de los RAC obtenidos en la generación de energía eléctrica y la cantidad de emisiones de CO₂ evitadas, considerando diferentes presiones de vapor, se indican valores entre 2379 y 5557 kg/hr de CO₂ por efecto de la cantidad de energía eléctrica producida; ello significaría una emisión referida a la superficie agrícola empleada entre 3.96 y 9.24 ton/ha, que a su vez representa, para las 70 000 toneladas de caña obtenidas, una emisión evitada entre 0.057 y 0.133 ton de CO₂/por tonelada de caña producida para el caso estudiado.

En los últimos años se han propuesto esquemas teóricos del empleo de la gasificación del bagazo y los residuos agrícolas de la cosecha cañera con el objetivo de suministrarlos a una turbina de gas para la generación de electricidad; estudios posteriores indican el uso de ciclos combinados gas-vapor para aprovechar el calor sensible del gas que sale de la turbina para generar vapor en una caldera y, por consiguiente, generar una mayor cantidad unitaria de energía eléctrica.

Estos nuevos esquemas presentan situaciones tecnológicas por resolver como es la alimentación con bagazo a un sistema de gasificación a presión y la limpieza total de los gases para evitar la destrucción de los alabes de la turbina por el arrastre de partículas sólidas en suspensión. Sin embargo, estos sistemas se presentan como alternativas futuras atractivas para el uso de un combustible renovable.

B.- Análisis de la producción de un combustible líquido, el consumo equivalente DR gasolina, el consumo de energía eléctrica y el CO₂ evitado por la producción de alcohol a partir de la miel final obtenida

El alcohol que se produce permitiría sustituir una cantidad de gasolina y por consiguiente, se podrían evitar emisiones de CO₂ que afectan al medio ambiente. En el caso en estudio, la cantidad de etanol que se podría producir a partir de la caña procesada sería de unas 8.1 ton/día, o sea, de 103 hl por día y se indica un consumo de vapor de 0.33 ton por hl, lo que significaría un consumo de 1.4 ton vapor por hora que representa, considerando el consumo en la producción del azúcar, un 7 % adicional. Esta magnitud se puede obtener desde el equipo de evaporación, aumentando el régimen de extracciones.

En lo que respecta al consumo de energía eléctrica y para la cantidad de alcohol producido se necesitarían unos 1.5 kW-h/ ton caña adicionales, o sea, un 4.7 %. Se consume en la producción de azúcar unos 1251 kWh y 64.4 kWh por la producción de 4.3 hl de alcohol por hora, lo que significa un total de consumo entre ambas producciones de 1316 kW por hora (tabla 4).

Tabla 4. Energía eléctrica generada a partir de bagazo y los RAC, su consumo en las producciones de azúcar y alcohol y las cantidades sobrantes factibles de suministrar a la red eléctrica.

Presión vapor (kg/cm ²)	Energía eléctrica generada (kWhr)		Energía disponible para entregar a la Red Nacional en (kWhr)
	Bagazo + RAC	Por ton caña	
18	2671	64.0	1355
28	3856	92.5	2540
42	4675	112.1	3559
56	5055	121.2	3739
67	5649	135.5	4333
100	6244	149,7	4928

En la tabla 5 se indica la producción de alcohol, la cantidad de gasolina equivalente sustituida y las emisiones evitadas de CO₂. Se ha determinado que se necesita utilizar 1.2 litros de alcohol para sustituir 1 litro de gasolina. La cantidad de CO₂ que se emite por litro de gasolina utilizada es de 2.8 kg CO₂.

Tabla 5. Cantidades de alcohol, gasolina y CO₂ evitado para el caso en estudio

Cantidad Miel final utilizada (t/h)	Cantidad alcohol producido (t/h)	Cantidad gasolina equivalente sustituida (t/h)	Emisiones evitadas de CO ₂ (kg/h)
1.46	0.34	0.28	1148

La cantidad de emisiones de CO₂ evitada, considerando la cantidad de alcohol producido y la sustitución de gasolina, refleja un valor de 1148 kg/hr. Teniendo en cuenta la producción de caña en las 1000 hectáreas del caso en estudio, se indica una emisión evitada de 1.91 ton/ha, que a su vez representa, para las 70 000 toneladas de caña obtenidas, una emisión evitada de 0.027 ton de CO₂/ por tonelada de caña producida.

Producción de biogás a partir de los residuales de las producciones de azúcar de caña y alcohol

De la producción de azúcar crudo

Los datos obtenidos nacionalmente y de la literatura, indican la posibilidad de producir biogás entre 40 y 100 m³/t de cachaza; ello significa que para una fábrica de azúcar de 1000 t de procesamiento de caña por día se puede disponer de 1400 a 3500 m³ de biogás, o sea, entre 1.4 y 3.5 m³ de biogás/t de caña molida; es decir se podría producir entre 2800 y 7000 kWh de energía eléctrica por día, o sea, entre 196 000 y 490 000 kWh por zafra, a partir de una generación de 2 kWh por m³ de biogás.

De la producción de alcohol

Se producen 1.30 m³ de mostos o vinazas por cada hectolitro de alcohol, o sea, se producirían unas 13 ton vinazas/ton alcohol, que significarían 7410 ton/zafra (4.4 t/h) y aproximadamente 148 200 m³/zafra de biogás, a partir de una producción de 20 m³ biogás/m³ mostos, lo que permitiría producir 296 400 kWh por zafra, a partir de una generación de 2 kWh por m³ de biogás.

Teniendo en cuenta las cantidades de biogás que se puedan obtener de ambas producciones se indica en la tabla 6 las cantidades de fuel oil sustituido y las cantidades de CO₂ evitadas.

Tabla 6. Energía eléctrica, consumo equivalente de fuel oil y CO₂ evitado por la producción de biogás

Producción	Biogás producido (m ³ /zafra 10 ³)	Energía eléctrica producida (MWh/zafra)	Fuel oil sustituido (ton/zafra)	Emisiones evitadas de CO ₂ (ton/zafra)
Azúcar	245.0	490.0	132.3	436.6
Alcohol	148.2	296.4	79.9	263.7
Total	393.2	786.4	212.2	690.3

La producción y uso de este combustible puede mejorar las condiciones de vida de la población rural y ayudar a la protección del medio ambiente, evitando la deforestación y uso de combustibles fósiles.

Su uso presenta los siguientes indicadores:

- Consumo diario para la cocción de alimentos de 0.23-0.30 m³ /persona.
- Consumo para iluminación de 0.12-0-15 m³ /hr para lámparas de 60 watt.
- Consumo para alimentar un motor de combustión interna de 0.31-0.50 m³/kW.
- Se indica que se pueden producir entre 1.8 y 2.0 kWh de energía eléctrica por m³ de biogás.

Su consumo puede producir las siguientes ventajas:

- Producción de un combustible a partir de fuentes renovables.
- Disposición de un residual y protección del medio ambiente.
- Producción de un biofertilizante.
- Disponibilidad de aguas para riego.
- Disponibilidad de un gas para el oxígeno de metales.
- Disponibilidad de un combustible para cocción de alimentos.
- Calentamiento de agua.
- Generación de energía mecánica o eléctrica.
- Iluminación.
- Transporte automotor.

D.-Generación de energía eléctrica, las emisiones evitadas al utilizar combustibles sólidos, líquidos y gaseosos de las producciones de azúcar y alcohol

Se han expuesto la generación de energía eléctrica y las emisiones evitadas al utilizar combustibles sólidos como el bagazo y los RAC, el combustible a gaseoso: el biogás y la sustitución de gasolina por combustible líquido: el alcohol. En la tabla 7 se señalan las cantidades obtenidas de estos combustibles.

Tabla 7. Obtención de energía y combustibles, consumo evitado de combustible fósil y de emisiones de CO₂ por las producciones integradas energéticamente de azúcar y alcohol

Energía y combustibles	Datos de las energías y los combustibles		Combustible fósil evitado (tonFO eq/zafra)	CO ₂ evitado (ton/zafra)
	Presión vapor kg/cm ²	Energía producida MW-hr/zafra		
Energía eléctrica producida a partir de bagazo	18	2800	2466	8 146
	100	6920	6063	20 025
Energía eléctrica producida a partir de Bagazo y RAC	18	4480	3997	13 200
	100	10 500	9336	30 836
Alcohol	Alcohol producido (ton/zafra)	Gasolina sustituida (ton/zafra)	5160	17043
	5712	4704		
Biogás (m ³ /zafra)	De cachaza	245 000	132.3	436.6
	De vinazas		79.9	263.7
Total	Bagazo (a 100 kg/cm ²)		11435	37768
	Bagazo + RAC (a 100 kg/cm ²)		14708	43509

Se observa cómo se pueden alcanzar altas producciones de energía eléctrica, que las empresas eléctricas pueden tomar como generación base; igualmente el combustible para transporte puede significar un caso importante por disponer de este combustible renovable que no incide negativamente en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Conclusiones

La cantidad de energía eléctrica que se genera en una fábrica de azúcar de caña es suficiente para cubrir sus propias necesidades, pudiéndose obtener una cantidad adicional para su suministro a la red pública, así como satisfacer las necesidades de otras producciones como el alcohol y el azúcar refino.

Se mostraron diversas posibilidades energéticas derivadas de la agroindustria azucarera, las que se reflejan en la disposición de combustibles sólidos como los residuos agrícolas de la cosecha (RAC), el bagazo de la caña como fuente natural y principal de combustible, así como de un combustible líquido: el alcohol y un combustible gaseoso: el biogás a partir de los residuales industriales.

Con la obtención de los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos de las producciones de azúcar y alcohol se evita el uso de combustibles fósiles como la gasolina y el fuel oil y posibilita que no se envíen gases a la atmósfera que incidan sobre el efecto invernadero como el CO₂.

Bibliografía

- [1] Grupo especialistas MINAZ. (1994). Estudio de oportunidad de instalación de una central termoeléctrica vinculada a un central azucarero utilizando bagazo y paja como combustible. Julio.
- [2] Grupo especialistas MINAZ. (1995). Información recopilada de la instalación para la generación de energía eléctrica en la planta del central Bois Rouge en la Isla Reunión. Enero.
- [3] Rodríguez F. (1998). Potencial del MINAZ para la producción de biogás a partir de sus residuales. Boletín Informativo. Feb. p.12.
- [4] Altshuler J. (1999). Las fases de electrificación en Cuba. Tercera parte. Rev. Energía y tú. Octubre-diciembre, p.13.
- [5] Yuko D. (2005). Potential for electricity generation from bagasse in Kenya ISJ vol. 107 no. 1273 p 32.
- [6] Pistore T; Silva E. (2006). Economic, technical and environmental assessment on cogeneration in the sugar/alcohol industry ISJ vol. 108 no. 1292 p 441.
- [7] Valdés A. (2001). Potencial de la biomasa para su uso como combustible industrial. Convención sobre el Medio Ambiente y Energía Memorias Conferencia. Junio, La Habana.

- [8] Valdés A. (2001). Electric energy cogeneration and generation at the Cuban Sugar Factories. Taller Implementation Strategies for Biomass Utilization in Europe and Developing Countries Stockholm, Suecia.
- [9] Valdés A. (2004). Alternativas generación y cogeneración de energía eléctrica. Memorias Seminario Energía en la Industria del Azúcar y el Alcohol. Itajuba, Brasil. Julio.
- [10] Valdés A. (2005). Tratamiento anaeróbico de residuales azucareros. Memorias: Seminario Taller sobre Medio Ambiente y Energía. Universidad Autónoma de Chiriquí. 18-22 julio. David, Panamá.
- [11] Valdés A. (2005). La cogeneración en la industria azucarera. Memorias: Jornada Asimilación de tecnologías para la producción de bioetanol y uso de sus residuales. 3-7 octubre. Cartagena de Indias, Colombia.
- [12] Valdés A. (2006). La cogeneración en industrias de la caña de azúcar. Experiencias y perspectivas. Memorias: Jornadas Iberoamericanas sobre Problemas tecnológicos, energéticos y ambientales en las tecnologías para biocombustibles a partir de caña de azúcar y otras fuentes integradas de biomasa. Antigua Guatemala.
- [13] Valdés A. (2006). Situación climática actual y el protocolo de Kyoto. Memorias: Taller "Combustibles, energía y medio ambiente a partir de caña de azúcar y otras biomásas". Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la caña de azúcar CENGICAÑA, Guatemala.
- [14] Valdés A. (2010). La producción de biocombustibles y sus impactos en el marco del IV Congreso de Biocombustibles y Energías Renovables. Octubre. Lima, Perú.
- [15] Valdés A. (2012): La Producción de Biocombustibles y su Impacto Alimentario, Energético y Medio Ambiental. Capítulo: La emisión neta de los gases de efecto invernadero por la producción de biocombustibles. Red Temática: La Producción de Biocombustibles y su Impacto Alimentario, Energético y Medio Ambiental. Programa Iberoamericano CYTED. Área Temática 4: Desarrollo Sostenible, Cambio Global y Ecosistemas. Editorial ISBN: 9 978 959 713 695-8.

renovable.cu:

PRÓXIMA EDICIÓN DEDICADA AL XIII SEMINARIO DE ENERGÍA

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

Inicio