



LA INDUSTRIA AZUCARERA IMPORTANTE FUENTE PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN CUBA

Autor: MSc: José E Sánchez Abreu

Graduado de Profesor de la Enseñanza Superior en el año 1980 en la Especialidad de Matemáticas, de Maestría en Administración de Negocios en el año 1997. Es actualmente Profesor Auxiliar del Departamento de Ciencias Empresariales de la Facultad de Economía de la Universidad de La Habana. Ha desarrollado su trabajo docente y de investigación en la Enseñanza Superior durante 40 años, impartiendo clases en las siguientes asignaturas: Cálculo Diferencia e Integral, Álgebra Lineal, Estadística Matemática, Estadística Económica, Modelos Económicos Matemáticos, Economía de Empresas, Matemática Financiera y Administración Financiera Operativa. Formó parte de los equipos de consultoría integral colaborativa que desarrollaron su trabajo en distintas empresas del país. Actualmente investiga en temas relacionados con la Logística Inversa y su impacto económico y ambiental.
esteban@fec.uh.cu

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

José E. Sánchez Abreu (2018): "La industria azucarera importante fuente para la generación de electricidad en Cuba.", *Revista Caribeña de Ciencias Sociales* (junio 2018). En línea: [//www.eumed.net/rev/caribe/2018/06/industria-azucarera-cuba.html](http://www.eumed.net/rev/caribe/2018/06/industria-azucarera-cuba.html)

Resumen:

La cogeneración en los centrales azucareros cubanos representa una importante fuente para la generación de energía eléctrica limpia, esta actividad que se viene realizando hace muchos años, adquiere en estos momentos una importancia fundamental para el desarrollo del país, por esta razón, la voluntad política del gobierno cubano ha concentrado todo su esfuerzo en transformar la agroindustria cubana, para que pueda realizar una apreciable contribución al sistema energético nacional.

Convertir a la agroindustria azucarera cubana en un complejo bioenergético, exige de la revisión detenida de los procesos que intervienen en la cadena productiva, desde el cultivo y rendimiento de las plantaciones hasta la acertada planificación y puesta en práctica de cada una de las fases que intervienen en el proceso productivo, teniendo muy en cuenta las necesidades de inversión que toda la cadena productiva necesita.

Palabras clave: Agroindustria azucarera, cogeneración, trigeneración, rendimientos cañeros, bioeléctricas, caña de azúcar, bagazo, residuos agrícolas cañeros.

Abstract

Cogeneration in Cuban sugar mills represents an important source for the generation of clean electric power, this activity that has been carried out for many years, acquires at this moment a fundamental importance for the development of the country, for this reason, the political will of the The Cuban government has concentrated all its efforts on transforming the Cuban agribusiness, so that it can make an appreciable contribution to the national energy system.

Converting the Cuban sugar industry into a bioenergy complex requires the careful review of the processes involved in the production chain, from the cultivation and yield of plantations to the successful planning and implementation of each of the phases involved in the productive process, taking into account the investment needs that the entire production chain needs.

Keywords

Agro-industry sugar, cogeneration, trigeneration, sugarcane yields, bioelectric, sugarcane, bagasse, sugarcane agricultural waste.

Introducción:

El desarrollo sostenible, grave problema a resolver en nuestro planeta, demanda la reducción en el consumo de los combustibles fósiles debido al agotamiento de sus fuentes de reservas, por otra parte urge la necesidad de reducir los efectos contaminantes que su empleo provoca en la atmósfera, por esta razón en los últimos años se ha ido a la búsqueda de nuevas fuentes de energías renovables y limpias que contribuya a la reducción en el uso de combustibles fósiles para garantizar el cuidado y la salud ambiental.

De todas las fuentes renovables de energía, la más antigua, empleada y difundida, es la energía proveniente de la biomasa, acerca de la cual se vienen realizando estudios relacionados con los procesos de optimización de su aplicación como combustible, mediante la puesta en práctica de nuevas tecnologías que permitan alcanzar resultados superiores a los que se obtienen actualmente.

La caña de azúcar ha venido demostrado que es la gramínea por excelencia para el logro de los mejores resultados como fuente de energía renovable, debido al gran potencial energético que es capaz de acumular.

En Cuba se perfecciona el proceso agroindustrial del sector azucarero con el objetivo de elevar la eficiencia en la generación eléctrica mediante los procesos de cogeneración en los centrales. La fuerte inversión que ha comenzado en el sector azucarero cubano persigue garantizar los planes para el desarrollo económico que lleva a cabo el país.

La inversión en plantas bioeléctricas en diferentes centrales del país, independientemente de garantizar energía limpia y disminuir la contaminación ambiental, garantizará fuentes de empleo, aprovechamiento de tierras para el cultivo de plantas que garantizarán la biomasa necesaria en periodos posteriores a la zafra azucarera, en este caso cosechas como las del marabú africano, posibilitarán seguir produciendo energía eléctrica durante la mayor parte del año.

Este trabajo tiene como objetivo realizar un breve recorrido histórico por la industria azucarera cubana, señalando sus logros y dificultades, y relacionando las principales acciones que se ponen en práctica para perfeccionar el sector, de manera tal que el mismo realice una importante contribución al desarrollo económico del país.

La industria azucarera cubana.¹

La caña de azúcar se introdujo en Cuba desde finales del siglo XIV. Esta industria ha sido el motor impulsor del desarrollo socio-económico de Cuba. La producción de este producto se logró mediante la

¹ http://www.foesightcuba.com/industria_azucarera_cubana

extensión de las áreas de cultivo, la importación y explotación de esclavos traídos del África y la introducción de las más modernas tecnologías de la época. El gran éxito que tuvo la producción de azúcar convirtió a Cuba en un país mono productor y exportador de azúcar.

El incremento de la producción azucarera hizo posible la inversión pública, el desarrollo de los ingenios, los puertos y los ferrocarriles. A pesar de estos logros, tanto los trabajadores agrícolas como los esclavos fueron totalmente excluidos de los beneficios que aportaba este sector industrial.

La economía cubana, muy dependiente durante mucho tiempo del precio mundial del azúcar, recibe ingresos extraordinarios en el año 1920 debido al alza de los precios de azúcar, acontecimiento que recibió el nombre de "Danza de los Millones", se produce entonces una gran modernización del país durante este período, mientras que más tarde, ocurre una gran depresión en 1933, provocada principalmente por la crisis ocurrida en Estados Unidos.

Existían en Cuba 161 centrales azucareros a finales de los años 50, el 62% de ellos eran de propietarios cubanos, mientras que un 37% pertenecían a firmas norteamericanas. Cabe destacar que los beneficios que se obtenían en este sector no desarrollaban proporcionalmente a otros sectores de la economía.

Se producía una gran diferencia en la dinámica de crecimiento en la economía cubana durante los períodos de zafra y el llamado tiempo muerto, período donde una gran cantidad de trabajadores perdían sus empleos.

Cuba llegó a producir en sus mejores momentos el 25% de la producción mundial de azúcar, pero a partir del año 1997 comienza a deteriorarse la producción en este sector y en el año 2011, Cuba produjo solamente 1,1 millones de toneladas, cifra que representa el 0,7% de la producción mundial.²

En el año 1990 existían en Cuba 156 centrales azucareros y en el año 2000 existían 110. En el período que va de 1980 a 1990, se construyeron en Cuba 8 centrales azucareros, con una capacidad de 600.000 arrobas diarias cada uno. Esta capacidad es superior a la de los centrales cerrados desde 1960 hasta el año 2000 (en este período se cerraron 12 centrales con una capacidad de molienda de 1880 arrobas diarias cada uno). En el año 2002 se cerraron un gran número de centrales, quedando en operación solamente 71 a finales de este año. En el 2011 quedaban 56 centrales de los cuales solo 39 participaron en la zafra azucarera de ese año.³

El tiempo perdido promedio en las últimas quince zafras cubanas fue de un 38%, mientras que el rendimiento promedio fue de 33 toneladas de caña por hectáreas, cabe señalar que en el estado mejicano de Veracruz, el rendimiento promedio por hectáreas es de 75 toneladas, y en algunas áreas alcanza un valor de 112 toneladas por hectáreas.

Al moler la caña de azúcar se obtiene un 30% de bagazo y otro 30% de paja y residuos cañeros, al disminuir la producción en sector azucarero cubano, disminuye también la producción de bagazo, empleado fundamentalmente para generar energía eléctrica renovable. La producción de energía eléctrica en la industria azucarera cubana representó el 8,1% con respecto a la generación total en el país en el año 1993, mientras que en el 2011 representó el 2,5% con respecto a dicha generación total.

La reducción en la producción azucarera incide en una reducción de la generación de energía eléctrica renovable, pero también existe ineficiencia en este proceso de generación, ya que las tecnologías de punta permiten actualmente generar hasta 460 kwh por tonelada de caña, mientras que en Cuba el promedio de generación en el período de 1993 – 2010 apenas alcanzó 29 kwh por tonelada de caña.

² De Miranda Mauricio. ONE. Los problemas de la inserción internacional de Cuba y su relación con el desarrollo económico.

³ ONE (Oficina Nacional de Estadística e Información. Cuba)

La biomasa como fuente de energía renovable.⁴

La biomasa es la cantidad de materia acumulada en un individuo, un nivel trófico, una población o un ecosistema, según el Diccionario de la lengua española de la Real Academia Española, y tiene dos acepciones:

1. Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.
2. Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

La biomasa como recurso energético se puede clasificar como biomasa natural, residual y de cultivos energéticos.

- Biomasa natural es la que se produce sin intervención del hombre. Por ejemplo: caída de ramas de los árboles.
- Biomasa residual es un residuo generado por las actividades agrícolas, silvícolas y ganaderas, así como los residuos de la rama agroindustria (bagazos, cascara, vinazas, etc.), y en la industria transformadora de la madera, tales como: en aserraderos, fábricas de papel, de muebles, etc.

Los cultivos energéticos son los destinados a la producción de biocombustibles: cereales y remolachas para la producción de bioetanol y oleaginosas para la producción de biodiesel, entre otros cultivos destinados a estos fines.

Usos de la biomasa:

El empleo de la biomasa está dirigido principalmente a dos áreas, la obtención de calor y de electricidad. En cuanto a la obtención de energía térmica y de energía eléctrica a partir de la biomasa sólida, también cabe señalar que ambas energías se pueden obtener a partir de la combustión de biogás, o mediante los biocombustibles, resultados que permiten el funcionamiento de motores de combustión térmica para obtener energía mecánica.

Generación de electricidad a partir de la biomasa.⁵

La generación de electricidad a partir de la quema de la biomasa sólida se ejecuta a gran escala, es decir, con plantas generadoras de al menos 2MW, esto se debe a la magnitud de la inversión para las instalaciones necesarias que requieren este tipo de plantas. A todo esto se suma que los rendimientos globales que se obtienen aumentan con el incremento de la potencia generada.

El funcionamiento de una planta bioeléctrica consiste en recepcionar la biomasa, seguidamente se coloca en una cinta transportadora que la conduce a una caldera, y previamente desmenuzada, cae en una parrilla vibratoria que favorece la combustión y la evacuación de materias no aptas para la combustión. La combustión provoca el calentamiento del agua que circula por las tuberías de las paredes de la caldera y por haces de tubos en el interior de la caldera convirtiendo el agua en vapor sobrecalentado. El vapor sobrecalentado mueve una turbina conectada a un generador que produce electricidad a una tensión determinada, transformándola posteriormente a otra tensión mayor para su incorporación a la red general.

⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/biomasa>

⁵ <http://www.agnbur.com>

El material no apto para la combustión, que fue depositado en el fondo de la caldera, es trasladado a un vertedero, y las cenizas, retenidas en un filtro, se aprovechan como fertilizante agrícola.

Generación de energía térmica a partir de la biomasa:

La obtención de energía térmica mediante la quema de la biomasa sólida se realiza con diferentes propósitos: producción de calor para la calefacción en edificios, hospitales y hogares; agua caliente sanitaria para hospitales, edificios, restaurantes, y otros tipos de instalaciones industriales con demandas de calor prolongado para sus procesos. También es posible la producción de frío como opción más excepcional.

Actualmente existen procesos que permiten obtener simultáneamente energía térmica y eléctrica a partir de cualquier combustión, incluida la quema de biomasa sólida, este modo de proceder permite optimizar los resultados, obteniendo mayores rendimientos. Estos procesos se conocen con los siguientes nombres:

Cogeneración: Procedimiento mediante el cual se obtiene a la vez energía eléctrica y térmica útil, en este último caso, obtención de calor o frío.

Trigeneración: Proceso de obtención simultánea de energía eléctrica y térmica, incluyendo en este último caso calor y frío.

En este tipo de proceso de cogeneración y trigeneración se obtiene un aprovechamiento óptimo de la biomasa, lográndose producciones eléctricas con un aprovechamiento de un 15% a un 20% y de un aprovechamiento térmico que alcanza una eficiencia cercana a un 80%.

Participación de la biomasa en el consumo mundial de energía primaria.⁶

Se prevé que antes del 2100, la cuota de participación de la biomasa en la producción mundial de energía estará entre un 25% y un 46%, según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.

En el año 2008, la biomasa alcanzaba los 1.194 miles de toneladas de petróleo equivalente (Mtep) de energía primaria, lo que indicaba, aproximadamente, un 10% del total de energía primaria consumida en este tiempo. Este cálculo incluye el empleo de biomasa tradicionales no eficientes (biomasa utilizada en forma de supervivencia)

La contribución de la biomasa en el 2008 se comportó de la siguiente manera: el 75% provino de leña, carbón vegetal y cultivos energéticos; un 12% correspondía a residuos forestales; el 10% a biomasa agrícola (residuos animales, vegetales y cultivos energéticos); licores negros o madera; y por último un 3% al biogás.

En el año 2009 la oferta total de energía primaria en el mundo fue de unos 12.169 Mtep, de las cuales 1.589 Mtep, es decir el 13,1% correspondió a la energía renovable. El 75,9% de esta energía renovable, es decir 1.206 Mtep, correspondió a la bioenergía, distribuyéndose esta cifra de la siguiente manera: 92,5% a la biomasa sólida; 4,5% a los biocarburantes; el 1,8% al biogás; y un 1,2% a los residuos municipales renovables.

En el año 2010, la bioenergía contribuyó en un 68,2% al consumo de energía primaria renovable en la Unión Europea, distribuida de la siguiente manera: 48,4% a partir de la biomasa sólida; 8,4% de los biocarburantes; 6,6% por parte del biogás y 4,8% a la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos.

⁶ Agencia Internacional de Energía, 2011 (IEA, 2011)

El 75% de la producción de biomasa sólida en la Unión Europea en el 2010 se dedicó a aplicaciones térmicas, mientras que el 13,8% fue para el biogás, el 2,5% para la fracción orgánica de los residuos sólidos y el resto se dedicó principalmente a la generación de electricidad.

Las aplicaciones energéticas a partir de los tipos más comunes de biomasa reducen las emisiones de CO₂ entre un 55 y un 98 por ciento, en comparación con los combustibles fósiles, independientemente de la necesidad de transportar esta materia prima a grandes distancias, siempre y cuando la producción de biomasa no produzca cambios desfavorables en el uso de la tierra. Cuando se usan los residuos forestales o agrícolas, el ahorro por concepto de generación de gases de efecto invernadero, está por encima del 80% en comparación con el empleo de combustibles fósiles

La generación de energía renovable a partir de la biomasa cañera en Cuba.

La agroindustria azucarera cubana es la mayor fuente de energía renovable en Cuba, ya que la caña de azúcar además de ser el principal cultivo del país, es el captador vivo más eficiente de la energía solar, aspecto que determina los altos rendimientos agrícolas que se pueden obtener a partir de este cultivo. La producción de caña de azúcar puede alcanzar rendimientos de 50 toneladas por hectáreas e incluso cifras superiores, pero requiere de acciones que permitan entre otros factores, elevar la motivación de los productores, la elaboración de un nuevo sistema de precios para la caña, de la recuperación de la disciplina tecnológica e introducción de nuevas tecnologías con un enfoque en sistema para todo el proceso productivo.⁷

Cuba se encamina a un nuevo diseño agroindustrial para la industria azucarera, proponiéndose la transformación de los centrales azucareros en Complejos Bioenergéticos Cañeros con producciones de energía, azúcar, alimento animal y otros derivados. Un sistema empresarial que garantice desde el aseguramiento de los insumos agrícolas hasta la venta y comercialización de las producciones finales en el mercado.

La nueva política energética cubana.

Cuba está cambiando el enfoque tradicional para la agroindustria, se desarrollan nuevas ideas y políticas inversionistas que aspiran a modernizar y flexibilizar la producción, con el objetivo de alcanzar competitividad y eficiencia; para ello, se persigue transformar a los centrales azucareros en complejos bioenergéticos cañeros, pero este objetivo requiere un fuerte proceso inversionista con demanda de capital y asociaciones económicas con fuentes de financiamiento externas.

Una muestra del interés que presta el país al desarrollo de las fuentes renovables de energía, aparece reflejada en los lineamientos de la nueva política económica y social del Partido y la Revolución, aprobados en el VII Congreso del Partido con fecha 18 de abril de 2011, destacándose la biomasa cañera y forestal como fuente importante de energía renovable. En el documento aparece recogido en el tema de política energética, lo siguiente:

Lineamiento 245. Proseguir el programa de rehabilitación y modernización de redes y subestaciones eléctricas, de eliminación de zonas de bajo voltaje, logrando ahorros planificados por disminución de pérdidas en la distribución y transmisión de energía eléctrica. Avanzar en el programa aprobado de electrificación en zonas aisladas del Sistema Electro energético Nacional, en correspondencia con las necesidades y posibilidades del país, utilizando las fuentes más económicas.

Lineamiento 246. Fomentar la cogeneración y trigeneración en todas las actividades con posibilidades. En particular, se elevará la generación de electricidad por la agroindustria azucarera a partir del

⁷ Nova Armando. Rendimiento y diversificación de la agroindustria azucarera cubana.

aprovechamiento de bagazo y los residuos agrícolas cañeros y forestales, creándose condiciones para cogenerar en etapa inactiva, tanto en refinación como en destilación.

Lineamiento 247. Potenciar el aprovechamiento de las distintas fuentes renovables de energía, fundamentalmente la utilización del biogás, la energía eólica, la hidráulica, la biomasa, la solar y otras, priorizando aquellas que tengan mayor efecto económico.

En el III Pleno del Comité Central del PCC el 18 de mayo de 2017, respaldado por la Asamblea Nacional del Poder Popular el 1 de junio de 2017, aparece recogido como lineamiento de política agroindustrial:

Lineamiento 177. Aumentar de forma gradual la producción de azúcar, diversificar las producciones teniendo en cuenta las exigencias del mercado internacional e interno, y avanzar en la creación, recuperación y explotación de plantas de derivados, priorizando las destinadas a la obtención de alcohol, alimento animal y los bioproductos. Continuar incrementando la entrega de electricidad al Sistema Electroenergético Nacional. (PCC, 2011) (Comité Central, 2017)

Incremento de la eficiencia en la producción de energía bioeléctrica en Cuba.

Cuba tiene como objetivo generar el 24% de la energía eléctrica que consume mediante el empleo de fuentes renovables de energía, y el 14% de esta producción para el año 2030, persigue alcanzarla mediante la explotación de planta bioeléctrica instaladas en 22 centrales azucareros del país⁸.

En este mismo programa televisivo, la ingeniera Bárbara Hernández Martínez, Directora de la Generación Eléctrica del grupo AZCUBA, dijo que la potencia del programa de bioeléctrica podría incrementarse hasta 860 mega Watts con 25 plantas distribuidas desde Artemisa hasta Santiago Cuba. La funcionaria afirmó que la industria azucarera cubana genera en la actualidad 37 kilo Watts/horas por tonelada de caña molida, y entrega a la red nacional del país el 15% de la generación que obtiene a partir de la biomasa cañera. Considera que el nuevo proyecto incrementará en más de tres veces el aporte actual a la red nacional, y asegurará la flexibilidad de la cogeneración con elevada eficiencia en el período de zafra, y se implementará un sistema de condensación de vapor en la etapa posterior a la zafra azucarera.

A partir del año 2014 el grupo AZCUBA ha negociado 11 bioeléctricas que representan el 60% de los 755 mega Watts aprobados por la política de generación para el año 2030. De estas plantas negociadas, cuatro de ellas son de propiedad estatal, y siete serán llevados a cabo con inversión extranjera. Las plantas trabajarán como promedio 150 días en etapa de zafra.

La primera planta bioeléctrica se comenzará a construir en áreas aledañas al central azucarero Ciro Redondo, ubicado en la provincia de Ciego de Ávila; esta planta contará con tecnología china de última generación que suministrará la compañía Shangai Electric Group Co. Ltd y será construida por la empresa mixta británica – cubana. Bio Power S.A.

La firma china estará a cargo de instalar el equipamiento tecnológico e industrial que procesará la biomasa cañera y el marabú para generar electricidad, tanto para el central azucarero como para la red nacional cubana. La generación de energía eléctrica por esta vía no solamente protegerá el medio ambiente, también ayudará al desarrollo económico y servirá como fuente de empleo para el territorio. Habilitará 50 puestos de trabajo en la planta y dos grupos de trabajos para la cosecha del marabú; es decir, de 50 a 100 trabajadores en esta labor⁹.

⁸ López Valdés Alfredo. Ministro de Energía y Minas. Programa de televisión Mesa Redonda, 8 de mayo de 2017

⁹ Panorama Mundial, mayo de 2017; página 9. Ciro Redondo, Cuba, mayo 30 de 2017. Agencia XINHUA

La idea consiste en construir una planta de 62 MW que procesará principalmente bagazo de caña como fuente de suministro de combustible, el costo aproximado de estas plantas será de unos 125 millones de libras esterlinas, cada libra equivale a 1,4654 dólares.

Existen en la actualidad aproximadamente 186 plantas bioeléctricas en el mundo, 160 se encuentran en Brasil, y las restantes están en las Islas Reunión, Islas Mauricio, Islas Guadalupe, La India, Australia, Belice, Guatemala, China, Costa Rica y Estados Unidos.

Importancia de la energía procedente de la biomasa cañera.

En la actualidad el 85% de la energía renovable que se produce en Cuba procede de la biomasa cañera¹⁰.

Las zafras azucareras cubanas dependen energéticamente de la cogeneración del bagazo cañero; es decir, del vapor y la electricidad para la clarificación del jugo de la caña, su filtrado, su evaporación y su cristalización. A partir del 2002, la industria azucarera comenzó a vender sus excedentes de energía eléctrica a la red nacional, y este servicio se realiza de manera creciente y sostenida, pero en cantidades insuficientes para la satisfacción de los requerimientos que el país necesita. Si valoramos que la industria azucarera produce la energía que necesita a partir de un residuo procedente de sus producciones, a muy bajo costo y de manera amigable con el medioambiente, resulta una gran iniciativa elevar la eficiencia de esta forma de cogeneración en este tipo de industrias de manera tal que su aporte a la red eléctrica nacional contribuya de una forma decisiva al desarrollo económico del país.

La cogeneración en los centrales azucarero depende principalmente de los rendimientos cañeros, a su vez, para lograr adecuados rendimientos se deben tener en cuenta un conjunto de factores: Atención adecuada a los cultivos de las plantaciones, nivel de preparación de la fuerza de trabajo para enfrentar esta tarea, motivación de este personal encargado de velar por el resultado de la cosecha y tener en cuenta las adversidades naturales.

A continuación un análisis del cultivo de la caña de azúcar y sus rendimientos por superficie de hectáreas sembradas.¹¹¹² Tabla #1.

Zafras cañeras cubanas	Superficie Cosechada (Mha)	Días de Zafra	Producción (MMt)	Rendimientos (toneladas por ha)	Producción por días de zafra (Mt)
2001/2002	1041,2	124	34,7	33,3	279,80
2002/2003	643,8	120	22,1	34,3	184,20
2003/2004	661,0	127	23,8	36,0	187,40
2004/2005	517,2	92	11,6	22,4	126,09
2005/2006	397,1	117	11,1	28,0	94,87

¹⁰ <http://cartasdesdecuba.com/bagazo-fuente-de-electricidad/>

¹¹ <http://www.one.cu.Agricultura-en-cifras.Cuba2010>

¹² <http://www.gc.cuny.edu.La-cogeneración-en-la-agrindustria-cubana>

2006/2007	329,5	113	11,9	36,1	105,30
2007/2008	380,3	180	15,7	41,3	87,22
2008/2009	434,7	186	14,9	34,3	80,11
2009/2010	431,4	146	11,5	26,7	78,77
2010/2011	506,1	152	15,8	31,2	103,95
2011/2012	361,3	-	14,7	40,7	-
Promedio	401,0	135,7	17,07	33,12	132,77

Un análisis de la tabla anterior permite arribar a las siguientes apreciaciones:

- 1) Las hectáreas de tierra que se dedican al cultivo de la caña de azúcar no mantienen una estabilidad en cuanto a la cantidad de superficie que se dedica al cultivo de esta gramínea.
- 2) Los millones de toneladas de caña producida no guardan una estricta relación con la cantidad de hectáreas dedicadas al cultivo de la planta.
- 3) Los aspectos anteriormente planteados hacen que los rendimientos en toneladas por hectáreas plantadas, tampoco guarden una cierta relación con la superficie dedicada al cultivo de la caña.
- 4) El promedio de hectáreas de tierras dedicadas al cultivo de la caña de azúcar para las 11 zafras azucareras que se analizan fue 401 ha.
- 5) La producción promedio de caña (caña molida) en esas 11 zafras azucareras fue de 17,07 MM t.
- 6) El rendimiento cañero promedio por hectáreas para los períodos de zafra analizados fue de 33,12 toneladas por hectáreas plantadas.
- 7) La producción promedio por días de zafra fue de 132,77 Mt

Los resultados estadísticos expuestos demuestran que la producción cañera es muy baja, y esta situación afecta la producción azucarera y la generación de energía eléctrica mediante el proceso de cogeneración en los centrales azucareros.

Distribución de la tierra en Cuba. Mha, junio de 2013 (Anuario Estadístico de Cuba. Edición 2013)

Total de hectáreas de tierra: 10.988.400 ha

Superficie agrícola: 6.342.400 ha

Superficie cultivada: 2.645.800 ha

Superficie ociosa: 1.046.100 ha

Promedio de hectáreas dedicadas al cultivo de la caña: 518.509 ha

Estos datos permiten conocer que la superficie agrícola de Cuba representa aproximadamente el 57,7% del total de hectáreas de tierra que tiene el país; mientras que la superficie cultivada ocupa 41,7% del área agrícola; la superficie ociosa es de un 39,5% del área cultivable; mientras que la proporción de hectáreas dedicadas al cultivo de la caña de azúcar es de un 20% con respecto a la superficie cultivable.

La superficie ociosa en Cuba está muy por encima de la proporción de tierras dedicadas al cultivo de la caña de azúcar, por esta razón el país tiene que seguir luchando para lograr poner a producir estas tierras, ya que además de las necesidades de biomasa para la generación de energía eléctrica, también se deben producir alimentos para la población.

A continuación mostramos los rendimientos por hectáreas sembradas para algunos cultivos, lo cual demuestra el alto rendimiento que puede obtenerse con el cultivo de la caña de azúcar¹³.

Rendimientos de algunos cultivos en toneladas por hectáreas sembradas. Tabla#2

CULTIVO	PROMEDIO (t x ha)	CIFRA RECORD (t x ha)
Maíz (USA)	8,0	25,0
Trigo (USA)	3,0	18,0
Soya (USA)	2,5	8,0
Arroz (USA)	7,0	28,0
Caña de azúcar (Hawai)	150,0	180,0
Caña de azúcar (Australia)	115,0	190,0
Caña de azúcar (Colombia)	120,0	-
Caña de azúcar (Veracruz. México)	75,0	112,0

Fuente: Labrada Nelson y Sáenz Tirso

Si comparamos los rendimientos potenciales de la producción cañera en otros países con los rendimientos que se obtienen en Cuba, comprobamos los bajos resultados en cuanto a los rendimientos cañeros en las zafas azucareras de nuestro país.

Se debe adicionar a todo esto que la caña de azúcar es capaz de captar y almacenar en su biomasa de 8 a 10 veces la energía que requiere para su cultivo y procesamiento industrial, característica que la distingue como uno de los cultivos con mayor ventaja en la captación y almacenamiento de la energía solar.

Tabla#3. Por ciento de bagazo con respecto a la producción cañera, empleado para la producción de energía.

Zafra	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013
Producción cañera(Mt)	15700,0	14900,0	11500,0	15800,0	14700,0	-
Bagazo para energía (Mt)	3538,7	3648,2	3356,4	3859,3	4110,1	4138,1
% de Bagazo/Mt de caña	23,74%	24,48%	29,18%	24,42%	27,95%	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ONEI. Cuba.

Por cada tonelada de caña producidas en el cañaveral, se puede obtener aproximadamente 120 kg de azúcar o de 60 a 85 litros de etanol, 38 kg de miel final o 1,1 m³ de mostos si la miel final se transforma

¹³ Labrada Nelson y Sáenz Tirso. Editorial Félix Varela, La Habana 2013. Estructura Económica de Cuba. Capítulo VIII

en alcohol, de 260 a 300 kg de bagazo con un 50% de humedad, 60 kg de hojas y pajas y 100 kg de cogollo.¹⁴

Si tenemos en cuenta que el bagazo representa de manera aproximada entre el 26% y el 30% de las toneladas de caña producidas, entonces, su empleo como fuente de energía eléctrica se ha mantenido en un rango aceptable.

El bagazo es la principal fuente de energía para la producción de azúcar, consumiéndose 500 kg de vapor y 21 KWh por tonelada de caña molida.

Los turbogeneradores que emplean el bagazo como combustible trabajan con una eficiencia de un 50 a un 60%, debido a la obsolescencia tecnológica de las calderas, de las cuales más de la mitad llevan instaladas más de 45 años. Su capacidad para producir vapor está entre 18 y 40 t/h, siendo muy baja la presión de vapor en los centrales azucareros, ya que como promedio es de 18 kg/cm².

Cuba contaba con 159 centrales azucareros antes de 1959 con una capacidad de generación eléctrica total de 317 MWh. En la zafra de 1959 la cogeneración fue de 391 GWh, con respecto a un potencial de 664 GWh, con un 58% de aprovechamiento de la capacidad instalada, y un índice de 10,7 KWh por tonelada de caña molida. A finales de los años noventa, el sector poseía una capacidad potencial de 726 MWh, con 74 plantas eléctricas conectadas al sistema energético nacional, de las 154 plantas eléctricas existentes en ese momento. En el año 1991 se generaron un total de 1,262 GWh, con relación a un potencial de 1,680 GWh, para un aprovechamiento de la capacidad instalada de un 75%, y un índice promedio de 17,5 KWh por tonelada de caña molida. Cabe destacar que en este período, el índice promedio de generación de electricidad por tonelada de caña molida, es inferior al consumo de KWh por tonelada de azúcar producida.

A partir del proceso de reestructuración en la industria agroazucarera, iniciado en el año 2002 y que culminó en el 2005, la capacidad de generación potencial de electricidad se redujo a 478,5 MWh, concentrada en los 61 centrales azucareros activos.

La capacidad instalada se redujo en 1201,5 MWh con respecto a la existente en el año 1991, pero el índice de generación eléctrica se duplicó, alcanzándose la cifra de 38 KWh por tonelada de caña molida debido al mejoramiento del balance energético logrado en el país. La potencia instalada al cierre de 2010 era de 497.50 MWh (la potencia es la rapidez a la cual se efectúa el trabajo, o la rapidez a la que se transforma la energía), con un consumo anual del sector, incluida su propia generación, de 830 GWh, de la cual se aporta al sistema energético nacional 310 GWh.¹⁵

Algunas equivalencias energéticas que ayudan a comprender la relación entre un MWh y diferentes tipos de combustibles.¹⁶

- 1 megavatio hora (MWh) = 93,53 litros de petróleo
- 1 megavatio hora (MWh) = 0,59 barriles de petróleo
- 1 megavatio hora (MWh) = 0,10 m³ de petróleo
- 1 megavatio hora (MWh) = 0,08 toneladas equivalentes de petróleo
- 1 megavatio hora (MWh) = 96,62 m³ de gas natural

¹⁴ Labrada Nelson y Sáenz Tirso. Estructura económica de Cuba. Capítulo VIII. Editorial Félix Varela, La Habana, 2013.

¹⁵ <http://www.gc.cuny.edu/La-cogeneración-en-la-industria-azucarera>

¹⁶ www.wikipedia

- 1 megavatio hora (MWh) = 3412,14 pies³de gas natural

La producción de electricidad en un central azucarero depende de dos factores fundamentales; el aprovechamiento de la norma potencial de molida y la estabilidad en el funcionamiento de la planta eléctrica; a su vez, estos requerimientos dependen del suministro regular de la caña al central y por las interrupciones provocadas debido a las paradas del proceso productivo. Un aprovechamiento del 85% de la norma potencial de molida y de las capacidades operacionales de los turbogeneradores, posibilitaría una generación de unos 19,5 KWh/t de caña molidas. (Curbelo Alfredo)

La modernización o sustitución de los generadores de vapor con la finalidad de lograr una eficiencia térmica de un 80% con presiones de vapor de unos 40kg/cm², haría posible la generación de unos 27,5 KWh/t de caña molidas, y si adicionalmente, se sustituyen las turbinas de contrapresión por turbinas de extracción condensación, podrían lograrse unos 33,5 KWh/t de caña molida. (Curbelo Alfredo)

La Primera Feria Internacional: Energía Renovable en Cuba, 2018. Celebrada en La Habana, da a conocer la siguiente información¹⁷

Comportamiento energético en GWh (2011 – 2017)

Año	Generación	Venta al SEN	Toneladas de caña molida
2011	439,3	71,0	11.872.973
2012	558,3	90,0	15.089.189
2013	626,0	110,5	16.918.919
2014	661,0	108,0	17.864.865
2015	730,0	130,0	19.729.730
2016	797,0	102,0	21.540.541
2017	730,0	115,0	19.729.730
Promedio	649,0	104,0	17.535.135

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de la Feria Internacional de Energía Renovable en Cuba, La Habana 2018.

Índice de Generación: 37 KWh/tonelada de caña molida

Venta al sistema energético nacional (SEN): 16%

Consumo del central azucarero: 84%

El promedio de toneladas de caña molida está calculado a partir de índice de generación eléctrica por tonelada de caña molida. El promedio de toneladas de cañas molidas en las últimas siete zafas, es de 17.535.135. Esta cifra coincide con los cálculos realizados por otros especialistas en períodos de zafas anteriores; es decir, el promedio de toneladas de caña molidas desde el período 2001 / 2002 se mantiene aproximadamente en la misma cifra.

¹⁷ Ing. Bárbara Hernández Martínez. Primera Feria Internacional Energía Renovable en Cuba 2018

La generación de energía promedio en GWh en el período 2011/2017 es de 649 GWh, que representa un 43,3% de la capacidad instalada; la cual es de unos 1500 GWh.

AZCUBA vende al Sistema Energético Nacional un promedio de 104 GWh anuales.

El fondo de tierra disponible actualmente para la producción cañera es de 934 miles de hectáreas, y la capacidad instalada para la generación eléctrica mediante la biomasa cañera es de 1500 GWh.

El Grupo AZCUBA está conformado actualmente de la siguiente manera: 13 empresas azucareras y 56 centrales azucareros, y cuenta con 934 mil hectáreas de tierras, aproximadamente 9.340 km², cifra que representa 8,5% de la superficie del territorio cubano, que es de unos 109.884 km².

Tiene una capacidad instalada para producir anualmente:

- 4 millones de toneladas de azúcar crudo.¹⁸
- 400 mil toneladas de azúcar refino.
- 180 mil litros de alcohol.
- 1500 GWh de energía eléctrica.
- Además, puede producir tableros de bagazo, alimento animal y bioproductos.

Situación presente y futura de las fuentes que proporcionan la energía eléctrica en Cuba

Actual	%	Futura	%
Crudo	48,3	Crudo	32,0
Fuel térmica	15,1	Fuel térmica	5,0
Fuel motores	18,5	Fuel motores	9,0
Diesel	4,2	Diesel	1,0
Gas acompañante	9,6	Gas acompañante	8,0
Biomasa	3,5	Otros combustibles fósiles	21,0
Eólica	0,1	Biomasa	14,0
Hidráulica	0,7	Eólica	6,0
		Solar	3,0
		Hidráulica	1,0

Fuente: Ing. Bárbara Hernández Martínez. Generación Eléctrica. AZCUBA.

Existen actualmente 25 proyectos de plantas bioeléctricas que proporcionarán 862 MW de manera conjunta con 56 centrales azucareros que se encuentran funcionando en el país, de los cuales ya se encuentran en ejecución los siguientes proyectos:

Bioeléctrica “Ciro Redondo” en la Provincia de Ciego de Ávila, a un costo de 187 millones de dólares; con una capacidad de 62 MW; 87 bar de presión (1bar equivale a 1,01972 Kgf/cm²)¹⁹; 540 0°C de temperatura; generará 391 GWh anuales y aportará 300 GWh al sistema energético nacional.

¹⁸ 1 hectárea equivale a 10.000 m²

Bioeléctrica “Jesús Rabi” en la Provincia de Matanzas, a un costo de 39,7 millones de dólares; capacidad de 20 MW; 67 bar de presión; 520 0°C de temperatura; generará 107 GWh anuales y aportará 83 GWh anuales al sistema energético nacional.

Bioeléctrica “Héctor Rodríguez”. Provincia Villa Clara, a un costo de 39,7 millones de dólares; una capacidad de 20MW; 67 bar de presión; 520 0°C de temperatura; generará 107 GWh anuales y aportará al sistema energético nacional 83 GWh anuales.

Con los 25 proyectos se pretende generar 4.262 GWh anuales; sustituir 952 mil toneladas de combustibles fósiles y evitar 3,6 toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera anualmente.

Estas plantas bioeléctricas a partir de la cogeneración en los centrales azucareros, mediante calderas, turbogeneradores, tratamiento del agua, adecuados almacenes para la biomasa y un adecuado enlace con el sistema energético nacional; equipadas con tecnología de punta pueden asegurar índices de generación eléctrica de 100 o más KWh con destino al sistema energético nacional. En períodos de zafra mediante el bagazo y en una etapa posterior a través de un sistema de cogeneración del vapor.

Una fuente importante de biomasa para la generación bioeléctricas es el marabú, planta que crece de manera silvestre en los campos cubanos, excelente combustible con bajo contenido de humedad (22% de humedad en estado de almacenamiento), y que de 1,5 a 2 miles de hectáreas, puede tener un rendimiento de 70 a 90 toneladas por hectárea cosechada.

Para el caso específico del central Ciro Redondo, estudios realizados demuestran que existen aproximadamente 2,3 millones de toneladas de marabú en zonas aledañas a este central azucarero. Esta bioeléctrica en proceso de ejecución, demanda 180.000 toneladas anuales de este combustible, por lo que tendrá asegurado combustible para su funcionamiento durante un período de al menos trece años de vida útil.

Cuba para su desarrollo tiene que enfrentar una creciente demanda de combustible, que en buena medida en estos momentos se ve obligada a importar, por esta razón se ha enfocado en la agroindustria azucarera para la obtención de energía eléctrica renovable a partir de la biomasa cañera. Se están implementando procesos de cogeneración avanzados que permitan la generación de energía eléctrica con mayor eficiencia, que haga posible un mayor aporte a la red nacional.

Las inversiones en plantas bioeléctricas que se propone llevar a cabo Cuba en la actualidad, debido precisamente a su magnitud, necesitan estar en funcionamiento la mayor parte del tiempo durante el año de manera productiva, es decir, generando electricidad, pero para lograr estar activas durante la mayor parte del año, necesitan de un segundo combustible, que para el caso cubano resulta ser el marabú africano y/o los residuos agrícolas cañero, que debe ser debidamente recolectados y almacenados para los periodos posteriores a la zafra azucarera.

Consideraciones generales:

La agroindustria azucarera, mediante la cogeneración en los centrales azucareros, debe estar preparada para garantizar una buena parte de la energía eléctrica que necesita el país, pero alcanzar esta meta implica eliminar una serie de debilidades que actualmente están presente en la gestión que viene realizando este sector: Eliminación del tiempo perdido, que por ejemplo en las zafras del período 2001/2012 fue de un 24% (las zafras tienen un período de duración de 150 a 180 días); lograr por todos

¹⁹ 1 bar= 1,01972 Kg/cm²; 1 bar = 0,9869 atm; https://es.wikipedia.org_unidad_de_presión

los medios el empleo de mano de obra especializada, rescatando así la disciplina tecnológica y realizar una buena supervisión del trabajo a realizar; realizar un óptimo aprovechamiento de los fertilizantes a emplear en el cultivo de la gramínea y desyerbar primeramente los terrenos antes de realizar la siembra; buscar vías para elevar la estimulación de los trabajadores agrícolas.

Los centrales azucareros necesitan modernizarse para poder garantizar los procesos de cogeneración que el país reclama en estos momentos, el cumplimiento de estos requerimientos permitirá el ahorro de importantes recursos financieros y servirá para disminuir de manera considerable la emisión de gases contaminantes a la atmósfera.

Bibliografía:

http://es.syidehare.net/Pedro Domínguez/energía_de_la_biomasa_www_en_Venezuela/

http://www.ecured.cu/caña_de_azúcar/

www.infoagro.com/cultivo_caña_azúcar.asp/

www.cubasolar.cu

www.fao.org

<http://boletinagrario.com>

www.azcuba.com

<http://norfipc.com>

www.elsalvador.com

www.laprensa.com.ni

www.energiabolivia.com

http://www.ecured.cu/energía_electrica_en_cuba/

http://es.wikipedia.org/wiki/economía_de_cuba/

www.cubasolar.cu/biblioteca/energía/

www.one.cu/enero_diciembre_2011/

www.one.cu/agricultura_en_cifras_cuba-2010/

www.portalcaña.com.ar/noticias/

<http://quicksilver84.wordpress.com>

<http://www.wikipedia.org/sacchrumofficinarum>

<http://www.canegrowers.com.au>

http://www.foesightcuba.com/la_industria_azucarera_cubana/

http://www.cubahora.cu/historia/la_historia_de_cuba_contada_a_traves_de_la_caña_de_azúcar/

http://blog.condorchem.com/valorización_energética_de_residuos/

<http://es.scribd.com>

Sulroca Federico. Tesis doctoral. La agroindustria bioenergética de la caña de azúcar y sus perspectivas en Cuba, mayo de 2011.

Labrada Nelson y Sáenz Tirso. Estructura económica de Cuba. Editorial Félix Valera. La Habana 2013.

Curbelo Alfredo y Otros. Generación de electricidad a partir del bagazo en Cuba. Documento FAO.

De Miranda Mauricio. ONE. Loes problemas de la inserción internacional de Cuba.

Nova Armando. Rendimiento y diversificación de la agricultura azucarera cubana. Centro de estudios de la economía cubana.

Marquetti Hiram. Los retos para la recuperación de la economía cubana. Centro de estudio de la economía cubana.

Ing. Bárbara Hernández Martínez. Primera Feria Internacional Energía Renovable en Cuba, enero de 2018.