

Experiencias de la Generación Eléctrica con Biomasa Residual.

Experiences of Power Generation from Biomass Residual

Yorley Bracho¹

Fecha de recepción: 23/04/2015

Fecha de aceptación: 11/01/2016

Resumen

Se presenta información sobre las experiencias en la generación eléctrica con biomasa, ya que en los últimos 25 años las energías renovables como la biomasa, solar, eólica, hídrica y la geotérmica han sido redescubiertas, y con la ayuda de tecnologías modernas, estas energías son utilizadas en forma de electricidad, calor y combustible. Todo esto motivado a los altos precios y la dependencia de las economías mundiales al combustible fósil, aunque la razón principal es la reducción de la quema del mismo que genera dióxido de carbono el cual es emitido a la atmósfera, favoreciendo el efecto invernadero y el calentamiento global. Se encontraron experiencias en generación de energía eléctrica con biomasa en 16 países, en algunos de ellos se aportan datos de generación por rubro utilizado.

Palabras clave: Biomasa, Generación Eléctrica, Energía Renovable, Experiencia.

Abstract

Information on experiences of biomass power generation is presented, since in the last 25 years renewable energy such as biomass, solar, wind, hydro and geothermal have been rediscovered, and with the help of modern technology, these energies are used in the form of electricity, heat and fuel. This is motivated by high prices and dependence on world economies to fossil fuel, but the main reason is the reduction of its combustion that generates carbon dioxide which is released into the atmosphere, causing the greenhouse effect and global warming. Experiences in power generation from biomass in 16 countries were found, some of them generated data by used item.

Keywords: Biomass, Power Generation, Renewable Energy, Experience.

¹Instituto Forestal Latinoamericano. Personal de Investigación. Mérida, Venezuela. jbracho@iflave.org

Introducción

La biomasa ha sido una fuente de energía importante para la humanidad. El uso del combustible fósil se inicia a partir del siglo XIX, quedando la biomasa desplazada por el carbón primeramente y después por el petróleo. Actualmente su utilización disminuyó quedando su uso desigual como fuente de energía primaria. Hoy en día en algunos países es una de las energías renovables más desarrolladas e impulsadas, y en otros se presenta como la principal fuente de energía primaria si se llegase a dar un aumento de la demanda energética futura.

La utilización de desechos ya sean de origen forestal o agroindustrial como fuente de obtención de energía representa un importante avance en esta dirección, viable desde el punto de vista técnico, además de ser muy conveniente desde el punto de vista económico y ecológico, siguiendo así la tendencia de los últimos años de las políticas encaminadas al uso sostenible y el aprovechamiento adecuado de los recursos en muchos países.

La generación eléctrica con biomasa se ha implementado con éxito a nivel mundial, haciendo a los países donde se ha impulsado este tipo de generación, pioneros, promotores de nuevas tecnologías y menos dependientes de una sola fuente de energía eléctrica.

Experiencias internacionales de generación de energía eléctrica con biomasa

Según ISEA (2012) entre algunas experiencias en la generación eléctrica con biomasa se tiene que: Estados Unidos es el más grande generador de potencia con biomasa con 7.000 MW instalados, China y la India son considerados candidatos para instalar sistemas con biomasa de manera masiva. Las estimaciones muestran que para el 2015 China deberá tener entre 3.500 y 4.100 MW instalados, y la India entre 1.400 y 1.700 MW. Estos representan un crecimiento acelerado de sus niveles actuales de capacidad instalada de 154 y 59 MW respectivamente. Otros países que muestran un promisorio crecimiento por la variedad de sus sistemas de biomasa son: Brasil, Malasia, Filipinas, indonesia, Australia, Canadá, Inglaterra, Alemania y Francia.

Es indudablemente Europa, quien ha asumido con mayor responsabilidad el proceso de transición a un sistema energético sustentable, siendo Alemania, Dinamarca y España quienes más han destacado en estos esfuerzos. El caso de Dinamarca merece ser ejemplificado, cubre el 7% de su oferta energética con energías renovables, 5% corresponde a biomasa y para el año 2020 planea cubrir 20% con renovables.

En España hay un total de 22 plantas puestas en marcha que funcionan con biomasa

ya sea seca o húmeda del tipo residual forestal y agroindustrial ubicadas en 16 ciudades para un total instalado de 358,485 MW de energía eléctrica [APPA, 2011].

Experiencias en Latinoamérica de la generación de energía eléctrica con biomasa residual de origen forestal.

La biomasa residual seca de origen forestal para la generación de energía eléctrica en Latinoamérica, proviene de diferentes tipos de origen tales como; residuos provenientes del aprovechamiento de bosques naturales, residuos provenientes del aprovechamiento de plantaciones forestales, residuos provenientes del procesamiento de la madera y otros productos forestales, y del desarrollo de plantaciones energéticas para uso exclusivo de generación eléctrica.

Del aprovechamiento de los residuos provenientes del procesamiento de la madera y otros productos forestales se encontraron 77 plantas: en Argentina 9, Bolivia 1, Brasil 39, Chile 9, Cuba 1, Honduras 5, Uruguay 6. Las 39 plantas encontradas en Brasil son de diferentes propietarios y cubren sus necesidades de energía y el excedente es vendido al sistema eléctrico nacional. Por su lado Arauco BioEnergía S.A posee un total de 8 plantas, 6 en Chile, y 2 en Argentina, en el caso de las 6 plantas ubicadas en Chile estas logran abastecer las necesidades de consumo de la empresa, y obtener un gran excedente que es vendido al sistema interconectado de Chile.

Del aprovechamiento de bosques naturales como biomasa para la generación eléctrica, se encontró información de 13 plantas en dos países: Argentina y Brasil, siendo Brasil el país donde se encontró el mayor número de plantas con un total de 7, bajo plantaciones forestales con el fin de generación eléctrica, el número de plantas encontradas fue de 4, Chile 2, Colombia 1 y Uruguay 1.

En el desarrollo de las plantaciones energéticas se encontraron tres países Nicaragua, Guatemala, Cuba para un total de 9 plantas, siendo Nicaragua el que posee el mayor número con 6 plantas, donde la materia prima forestal que ellos denominan leña, es madera obtenida de plantaciones energéticas de *Eucaliptus camaldulensi*, *Eucaliptus tereticonis*, *leucaena leucocephala*.

Experiencias en Latinoamérica de la generación de energía Eléctrica con biomasa residual de origen agroindustrial.

En relación a estas experiencias, vale destacar que se encontraron 441 ingenios, a partir de los cuales se genera energía eléctrica con los residuos agroindustriales de bagazo

de caña, siendo Brasil el país donde se encontró el mayor número de ingenios, en total 387, le sigue Guatemala con 17, México 12, Colombia 5, Cuba y Ecuador con 3 cada uno, en cada uno de los siguientes países se encontraron 2 ingenios: Argentina, Bolivia, Costa Rica, El Salvador, Honduras y Nicaragua, en República Dominicana 1 y en Venezuela 1.

Con respecto a la producción de energía eléctrica a través de biomasa cascarilla de arroz, se encontraron 12 experiencias relevantes, Brasil con un total de 10 plantas, una para Uruguay y la otra para Costa Rica.

A continuación se exponen algunas de las experiencias encontradas tanto de biomasa residual Forestal como Agroindustrial:

En Chile, Arauco BioEnergía S.A autoabastece sus operaciones productivas a través de plantas de generación eléctrica con biomasa forestal equivalentes a un total de 606 MW de potencia instalada, de los cuales vende al Sistema Interconectado Central de Chile el equivalente a 214 MW. Adicional ARAUCO cuenta con dos plantas cogeneradoras de energía en Argentina con una capacidad instalada total de 78 MW, en Puerto Piray y Puerto Esperanza [Arauco, 2013].

En Uruguay, la empresa URUFOR instaló una planta de 12 MW en el departamento Rivera, que consume 174.000 m³ sólido/año, la biomasa que utiliza son los subproductos del aserrado, es decir el aserrín (pequeñas partículas) y los fragmentos sólidos de mayor sección (como costaneras, ripas, despuntes, otros) que no superen los 50mm de diámetro [Oliveira, 2008].

Brasil cuenta con 46 plantas que utilizan biomasa forestal residual para una generación total de 357,73 MW, y se encuentran distribuidas en 39 municipios del país, siendo el municipio Limeira donde se encuentra la planta Ripasa que es la de mayor generación con un total de 53,48 MW propiedad de Suzano Papel y Celulosa S.A. [Banco de Información de Generación Brasil, 2013].

En Nicaragua el primer proyecto forestal energético que se desarrolló en el país fue impulsado por una empresa estatal de inversiones en la década de los años 80 en el complejo Agroindustrial Azucarero Tipitapa - Malacatoya con una capacidad proyectada de generación total de 30,7 MW partir de bagazo y leña, esta empresa fue privatizada y actualmente se llama AGROINSA, la empresa cuenta con una superficie plantada en producción de aproximadamente 3.000 ha con capacidad de producir 36.000 t/año. La biomasa utilizada proviene de plantaciones energéticas de *Eucalyptus camaldulensis* especie altamente exitosa [Silva, 1995].

En Guatemala, el Ingenio Concepción instaló una planta de 35 MW de los cuales 12 MW son utilizados para el consumo eléctrico de la fábrica y 23 MW son vendidos al sistema Nacional de Interconexión Eléctrica, utiliza biomasa de plantaciones forestales energéticas de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus urograndis* [Del Cid, 2011].

El Grupo Pelón, productor de la marca de arroz Tío Pelón en Costa Rica, instaló una planta de 1,5 MW. La planta está generando un máximo de 1,3 MW en temporada alta de cosecha y entre 0.9 y 1 MW cuando no hay cosecha. Con esta generación, a base 100 % de cascarilla de arroz se cubre en su totalidad las necesidades energéticas de la empresa, en temporada alta de producción la planta consume 1.500 toneladas de cascarilla [Agüero, 2009].

Para el 2012 en Brasil se han instalado 10 plantas de generación eléctrica con cascarilla de arroz distribuidas en 8 municipios para una generación total de 37,53 MW entre ellas están las de: UTE São Borja Generadora de Energía Eléctrica S.A instaló una planta en el municipio de Sao Borja con una capacidad de 12,5 MW; Industria y Comercio de Arroz Fumacense de Brasil instaló una planta de 1,2 MW en el municipio de Morro da Fumaça; también la Cooperativa Agroindustrial Alegrete instaló una planta de 3.83 MW en el municipio de Alegrete [Banco de Información de Generación Brasil, 2013].

En Uruguay para el 2009 el consorcio Feninol, integrado por tres grupos uruguayos y el grupo griego Tsako, instaló en el departamento de Tacuarembó uno de los principales centros forestales, ubicado en el centro del país que genera energía eléctrica a partir de cascarilla de arroz y residuos forestales. Si bien Feninol para el 2009 generaba 10 MW de energía, la meta es que para este año esté generando 200 MW [ERT- FERINOL S.A., 2009].

En Brasil se han instalado hasta el 2012 un total de 387 plantas que usan como biomasa el bagazo de caña de azúcar para una generación total de 9.901,50 MW, la planta Barra Bioenergía localizada en el municipio Barra Bonita es la planta de mayor generación con 136 MW. Entre algunas de las plantas encontradas se tienen: Cocal II ubicada en el municipio Narandiba con una generación de 131,30 MW; Colombo Ariramba ubicada en el municipio de Ariramba con una generación de 105,50 MW [Banco de Información de Generación Brasil, 2013].

El Ingenio Azucarero Tabacal Agroindustria de Argentina instaló una planta de 40 MW en Salta en la localidad El Tabacal, donde 13 MW son de consumo interno y 27 MW son excedentes vendidos a la red nacional [Tabacal Agroindustrial, 2010].

En Bolivia el Ingenio Azucarero Guabirá posee una planta de 36 MW, que encuentra al norte de Santa Cruz, en la localidad de Guabirá, esta planta opera durante la época de zafra, entre los meses de abril y octubre. En este tiempo, la central genera alrededor de 15 MW para el ingenio e inyecta 21 MW al Sistema Interconectado Nacional, con lo que se lograría cubrir el 90 por ciento de la demanda de Montero y sus áreas circundante [Energías Renovables y Desarrollo Sostenible en Bolivia, 2011].

Experiencias Nacionales de la generación de energía Eléctrica con biomasa residual.

En Venezuela el Complejo Agroindustrial *Ezequiel Zamora* posee una tecnología de primera que permite tener un control sistematizado de las funciones. *La tecnología que posee el complejo es a base de fibra óptica. Aquí todo el sistema es una red, lo que se instala, a nivel tecnológico, es con Bus de Campo (1) y con Profibus DP (2), lo que da mayor aprovechamiento del sistema.* Otra característica particular del Central Azucarero es el área de Generación Eléctrica con una capacidad Instalada de 50 MW, cuyo combustible se concibe a través del bagazo de la caña. Es el único complejo azucarero, en Venezuela que genera su propia energía eléctrica y además aporta megavatios (MW) al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Esta área se mantiene en operación continua desde el 28 de febrero de 2010, entregándole al SEN un promedio de 10 MW h⁻¹ [Caraballo, 2012]. Según el informe final de Zafra 2011 – 2012 se generaron 18.619 MW, de los cuales 12.082,6 MW fueron entregados al sistema eléctrico nacional, por otro lado el informe final 2012 – 2013, se generaron 36.480,5 MW, de los cuales 22.047,9 MW fueron entregados al sistema eléctrico nacional [CAAEZ, 2013].

Dominguez, López, y Vivas (2010), identificaron el potencial energético de residuos agroindustriales para Venezuela correspondiente a los rubros Café, Caña de Azúcar, Arroz, maíz (paja y tallos), Sorgo (Pajas y tallos) obteniendo un total de 412,18 Mw que corresponden a 3.069 GWh, donde diseñaron un plan nacional de generación con biomasa para una instalación de 266 MW en la regiones que identificaron con mayor potencial, ubicadas en 15 estados del país, proyectándose una primera etapa para el 2013 con 71 MW, y una segunda etapa para el 2014 con 195 MW.

Otra experiencia a nivel nacional corresponde a la investigación realizada en el 2011 por el Instituto Forestal latinoamericano (IFLA), impulsada por el Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica con respecto al inventario, Caracterización y Evaluación de biomasa Residual Seca de Origen Forestal y Agroindustria (Bagazo de Caña, Cascarilla de Arroz y Girasol) como fuentes alternativas para la generación de

energía eléctrica, donde se realizó un análisis de los volúmenes disponibles de estos residuos a nivel nacional [IFLA, 2011].

De acuerdo a todas las experiencias expuestas anteriormente sobre la generación de energía eléctrica con biomasa residual, se observó que hay un gran camino andado por 16 países Latinoamericanos donde se encontraron 548 plantas entre todos, Brasil posee el mayor número de plantas encontradas con 443 en total, Guatemala 19, Argentina 17, México 12, Chile 11, Uruguay y Nicaragua 8. Honduras 7, Colombia 6, Cuba 5, Ecuador y Costa Rica cada uno 3, Bolivia y El Salvador 2, República Dominicana y Venezuela 1 posee una planta cada uno. En total se estima un aproximado de 12.179,39 MW de generación eléctrica para la región latinoamericana.

Con respecto a la generación eléctrica con biomasa, cabe destacar que Venezuela se está iniciándose este tipo de generación. El Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica viene financiando el desarrollo de proyecto de cuantificación de biomasa tanto forestal como agroindustrial en el país, a fin de determinar la disponibilidad de los residuos y ver la viabilidad de implementación de este tipo de plantas en el país. Actualmente se cuenta con 50 MW de capacidad instalada en el Central Azucarero Ezequiel Zamora donde se aprovecha el residuo bagazo de caña y se genera energía eléctrica para su funcionamiento y obteniéndose un excedente que es entregado al sistema eléctrico nacional, esta cantidad de generación corresponden al 0,41 % del total estimado en la revisión de las experiencias encontradas.

Bibliografía

- [Agüero, 2009] Agüero, M. 2009. *Cascarilla de arroz alimenta generador*. Cooperación arrocera nacional Recuperado el 13 de Agosto del 2012 en: <http://www.conarroz.com/UserFiles/File/SIA27deabril09.pdf>
- [Arauco, 2013] Arauco. 2013. *Celulosa Arauco y Constitucion S.A.* Bionergía. Recuperado el 18 de Febrero del 2013 en http://www.arauco.cl/informacion.asp?idq=681&parent=625&ca_submenu=631&idioma=21
- [APPA, 2011] Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA). 2011. *Inventario de plantas de biomasa, biogas y pellets de APPA 2011*. Recuperado el 13 de Septiembre del 2012 en <http://www.appa.es/descargas/INVENTARIOAPPA2011.pdf>
- [Banco de Información de Generación Brasil, 2013] Banco de Información de Generación Brasil. 2013. *Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL) Brasil*. Recuperado

- el 20 de Febrero del 2013 en <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>
- [CAAEZ, 2013] CAAEZ. 2013. *Informe Final de Zafra 2012 - 2013 Complejo Agroindustrial Ezequiel Zamora (CAAEZ)*. Obtenido de Equipo Tecnico Asesor del CAAEZ S.A. Informe para uso Interno.
- [Caraballo, 2012] Caraballo, B. 2012. *Central Ezequiel Zamora cubrirá el 11% del consumo nacional de azúcar*. Sistema Bolivariano de Comunicación e Información Recuperado el 23 de Enero del 2013 en <http://www.carbosur.com.uy/archivos/Galofer%20Documento%20Audiencia%20Publica.pdf>
- [Del Cid, 2011] Del Cid, R. 2011. *Energía Forestal en Guatemala*. The BIOENERGY Internacional. Recuperado el 04 de Agosto del 2011 en: <http://www.bioenergyinternational.es/noticias/News/show/energia-forestal-en-guatemala-414>
- [Dominguez, López y Vivas, 2010] Dominguez, P., López, Y., y Vivas, F. 2010. *Energía de la Biomasa*. Recuperado el 5 de Noviembre del 2012 en www.dip.bqto.unexpo.edu.ve/
- [Energías Renovables y Desarrollo Sostenible en Bolivia, 2011] Energías Renovables y Desarrollo Sostenible en Bolivia. 2011. *Ingenios Generan Energía y Abastecen al Sistema Nación Ingenios Generan Energía y Abastecen al Sistema Nacional*. Recuperado el 12 de Diciembre del 2011 en <http://eerrbolivia.blogspot.com/2011/11/ingenios-generan-energia-y-abastecen-al.html>
- [ERT- FERINOL S.A., 2009] ERT- FERINOL S.A. 2009. *Proyecto de generación de energía eléctrica (10 MW) a partir de biomasa*. Estudio de impacto Ambiental. Energía Renovable Tacuarembó. Recuperado el 30 de Enero del 2012 en [file:///C:/Users/IFLA%20USUARIO/Downloads/Estudio_de_Impacto_Ambiental_y_VAL__de_ERT_FENIROL%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/IFLA%20USUARIO/Downloads/Estudio_de_Impacto_Ambiental_y_VAL__de_ERT_FENIROL%20(1).pdf)
- [IFLA, 2011] Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA). 2011. *Monografía Revisión de las Experiencias en la utilización del recurso Forestal y Agroindustrial (Bagazo de Caña, Cascarilla de Arroz, Girasol) como fuente alternativa de energía*. Informe Técnico.
- [ISEA, 2012] Ingeniería de Sistemas Energéticos y Ambientales (ISEA). 2012. *Tecnologías Biomasa. Situación en el mundo. México*. Recuperado el 28 de Febrero del 2013 en http://isea.webcindario.com/index_archivos/biomasa.htm

- [Oliveira, 2008] Oliveira, R. 2008. *Cogeneración de energía eléctrica y vapor utilizando biomasa como combustible*. Bioener.S.A. Recuperado el 04 de Agosto del 2011 en <http://wwwdinama.gub.uy/index.php?option=comdocman&task=docdetails&gid=597&tmpl=component&Itemid=374>.
- [Posso, 2002] Posso, F. 2002. *Energía y Ambiente: pasado, presente y futuro. Parte dos: sistema energético basado en energías alternativas*. Geoeszenanza. Recuperado el 16 de Febrero del 2013 en <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2009.1/3428>
- [Silva, 1995] Silva,P. 1995. *Plantaciones forestales energéticas en el proceso de la cogeneración de energía en los ingenios azucareros de Nicaragua*. Depósitos de documentos de la FAO. Reunión regional sobre generación de electricidad a partir de biomasa. Recuperado el 18 de Julio del 2011 en <http://www.fao.org/docrep/T2363s/t2363s0o.htm#>
- [Tabacal Agroindustrial, 2010] TABACAL AGROINDUSTRIA. 2010. El Tabacal generara energía para abastecer a Orán y Tartagal. Recuperado el 29 <http://blog.tabacal.com.ar/Index.php/page/3/>