

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN A PARTIR DE RESIDUOS AGRÍCOLAS REGIONALES

Banda Banda Lucía (1), Ramírez Vázquez Juan Antonio (2)

1 [Licenciatura en Ingeniería Ambiental, DICIVA] | Dirección de correo electrónico: l.bandabanda@ugto.mx

2 [Departamento de Ciencias Ambientales, DICIVA, Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: juan.ramirez@ugto.mx.

Resumen

Se realizó una revisión general sobre las diferentes tecnologías para alimentar un sistema de climatización, a partir de residuos agrícolas. Éstos se pueden transformar en biomasa por ser susceptibles al aprovechamiento energético como la producción de biocombustibles o la generación de energía térmica o eléctrica. A nivel estado existe una gran cantidad de residuos agrícolas, los principales esquimos derivan en su mayor parte de cereales entre estos se encuentra el maíz. La generación de electricidad consiste en transformar la biomasa en un gas y se obtiene mediante tratamientos como gasificación, pirólisis, o siendo quemados directamente. En el proceso de transformación de biomasa a vapor se utiliza generalmente la caldera y Ciclo Orgánico de Rankine, el calor producido es utilizado en una máquina de absorción donde a partir de ésta se obtendrá frío para climatización. Analizando las características de cada proceso se determina que la Caldera de Biomasa es la más eficiente tanto en la transformación de la biomasa a vapor como en el aprovechamiento del calor generado.

Abstract

A review of different technologies to produce cold based on agricultural wastes is presented in this work. Agricultural wastes may be converted in biofuels or directly burned to the generation of thermal or electrical energy. In Guanajuato region there is a large amount of agricultural waste. One of this technologies is used to produce electricity which consists to convert the biomass into a gas and is obtained through treatments such as gasification, pyrolysis, or being burned directly. In the process of transformation of biomass to steam is used a boiler, on the other hand the Organic Rankine cycle and the heat produced is used an absorption machine. Finally, the characteristics of each process are analyzed and a technology is suggested as the most efficient method.

Palabras Clave

Biomasa; Agrícola; Energía; Combustión; Climatización.

INTRODUCCIÓN

Frente a la crítica situación que se vive actualmente debido a la gran cantidad de residuos agrícolas que se generan y, por consiguiente, la contaminación atmosférica causada por su quema excesiva. Se ha comenzado a evaluar diferentes tecnologías para la disposición de dichos residuos.

Los esquilmos agrícolas son definidos como el material vegetal que permanece en el campo después de la cosecha. Se considera como residuo agrícolas las hojas, tallos y espigas de la mazorca que queda después de extraer el grano [1]. Se estima que del total de esquilmos producidos, solo el 25% se utiliza para alimentar rumiantes y el resto no se dispone adecuadamente. Los residuos agrícolas presentan algunas propiedades favorables que pueden dar origen a su aprovechamiento en los sectores energético, agrícola, ganadero e industrial.

En México la producción de grano de maíz es de 21, 372,598 toneladas y se estiman 25, 089,571 toneladas de rastrojo del mismo durante el periodo 2008-2011 [2]. En Guanajuato se producen 1, 500,000 toneladas de grano de maíz y se obtienen 1, 333,711 toneladas de esquilmos, aportando el 5.3% del volumen de producción de maíz a nivel nacional.

La gestión de los residuos agropecuarios tiene como objetivo convertir los residuos en recursos, una de las mejores opciones es el uso de tecnologías limpias, la generación de electricidad con biomasa para alimentar a un sistema de climatización es una de las mejores alternativas actualmente. El servicio de climatización implica la utilización de calor para calefacción en invierno y la generación de frío generalmente en verano.

Antes de que la biomasa pueda ser utilizada para fines energéticos, tiene que ser convertida en una forma más conveniente para su transporte y utilización. Las tecnologías de conversión incluyen desde procesos simples y tradicionales, como la producción de carbón vegetal en hogueras bajo tierra; hasta procesos de alta eficiencia como la cogeneración.

Los procesos de conversión de biomasa más relevantes se pueden clasificar en tres categorías como son los Procesos de Combustión Directa, Procesos Termo-químicos y Procesos Bio-químicos.

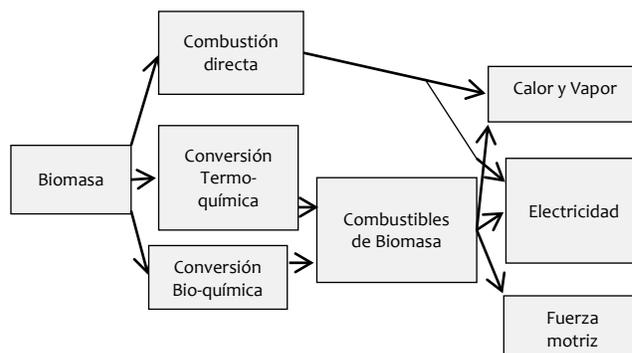


IMAGEN 1. Transformación de la biomasa

MATERIALES Y MÉTODOS

En la introducción se mencionaron las posibles soluciones a la problemática de la generación de esquilmos. Se realizará una revisión general para el aprovechamiento energético de estos desechos de acuerdo a las tecnologías disponibles.

Una de las palabras clave en esta investigación es “Biomasa” que se refiere a toda la materia orgánica proveniente de las plantas, árboles y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía. Para que la biomasa sea usada con fines energéticos, primero debe de ser convertida en una forma más práctica para su transportación y utilización.

Para ello se considera que a partir de la conversión de la biomasa se pueden obtener 3 tipos de energía, energía térmica para obtener agua o aire caliente y vapor; energía eléctrica y energía mecánica para la obtención de biocombustibles como el bioetanol y biodiesel.

La biomasa como combustible para generar vapor resulta una opción viable por su capacidad de alimentar los sistemas de climatización (calor y frío) del mismo modo que si se realizara con gas, diésel o electricidad. A nivel estatal se proponen los esquilmos de maíz como materia prima para la generación de electricidad por sus grandes propiedades, como se observa en la tabla 1.

¹ Shanahan et al., 2010 y SAGARPA, 2009

² SIACON- SIAP

Tabla 1: Producción en Guanajuato.
Anuario estadístico SIAP; cíclicos y perennes 2008.

CARACTERÍSTICA	ESQUILMOS		
	Maíz	Sorgo	Trigo
Producción (toneladas)	1,500,000	1,607,025	809,154
Materia Seca (%)	86.20	90.10	89.10
Proteína (%)	5.90	4.90	3.00
Energía metabolizable (Mcal/kg)	1.58	1.55	1.39
Fibra (%)	39.50	35.00	40.60
Lignina (%)	16.60	16.70	16.00
Carbohidratos (%)	73.70	-	35.85
Producción Etanol (L/Kg de Biomasa seca)	0.46	-	0.40
Contenido de Humedad (g H₂O/g)	0.09	0.09	0.09
Peso específico (Mg/m³)	0.21	0.15	0.11
C/N	60	60	80

Existen diferentes formas para transformar la biomasa en energía que se pueda aprovechar, una de ellas son los métodos termoquímicos donde la materia prima apta son los materiales de menor humedad como la madera, paja, cáscaras, etc.

Dentro de estos métodos se contempla la aplicación de elevadas temperaturas con exceso de oxígeno (combustión), presencia de cantidades limitadas de oxígeno (gasificación) o ausencia del mismo (pirólisis), además del Ciclo orgánico de Rankine. Métodos que tienen como objetivo transformar la materia orgánica y al mismo tiempo generar cantidades variables de gases, líquidos y residuos carbonosos.

PIRÓLISIS

La pirólisis es la conversión termoquímica de la biomasa en ausencia de aire. Se obtienen tres productos: líquidos (bioaceites), gas (biogás) y residuo carbonoso (biocarbón), por calentamiento de la biomasa alrededor de 500°C. Hay diferentes tipos de pirólisis en función de la velocidad de

calentamiento y el tiempo de residencia de la biomasa en los reactores.

Tabla 2: Rendimiento de la Pirólisis

PROCESO	RENDIMIENTOS (%)		
	Líquidos	Char	Gas
Pirólisis Rápida	75	12	13
Pirólisis Convencional	50	20	30

GASIFICACIÓN

El proceso de gasificación para la generación de electricidad con biomasa consiste en transformar la biomasa en un gas que sería el combustible. Este método tiene una eficiencia de 85% en la generación de gas. En la producción de frío para climatización se emplea una caldera y posteriormente la máquina de absorción.

Para generar frío hay que realizar varias transformaciones.

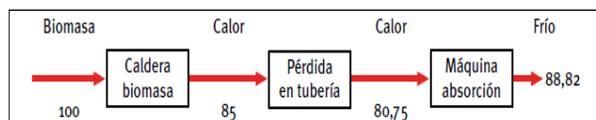


IMAGEN 2. Transformación de la Biomasa

Caldera de biomasa

Las Calderas son los generadores de vapor y recipientes donde hierve el agua, cuyo vapor extensión, constituye la fuerza motriz de la máquina. Utiliza como fuente de energía combustibles naturales.

La generación de energía eléctrica es un proceso que inicia con la preparación del combustible, seguidamente son conducidos a la caldera para su combustión, eso hace que el agua de las tuberías de la caldera se convierta en vapor debido al calor. El vapor generado a la caldera va hacia la turbina de vapor que está unida al generador eléctrico, donde a partir de la energía mecánica producida se produce la energía eléctrica.



IMAGEN 3. Generación de energía eléctrica en una Caldera

A diferencia del gas natural y diésel, la combustión de la biomasa genera cenizas. Por ello es necesario un dispositivo de extracción de las mismas. Y para su disposición final se deben conocer sus propiedades, en este caso las cenizas no son peligrosas y frecuentemente se utilizan como fertilizantes.

Máquina de absorción

Como ya se vio anteriormente la caldera genera calor el cual se utiliza para alimentar la máquina de absorción. En la máquina de absorción la refrigeración mediante calor se consigue gracias a las máquinas de enfriamiento por absorción. Utiliza un compresor químico y para climatización (frío a alta temperatura) los dos fluidos que se utilizan son el bromuro de litio y el agua, éste último como refrigerante.

En el funcionamiento de la máquina, ésta es accionada con energías térmicas. Las energías térmicas que se utilizan para hacer funcionar una máquina de absorción, son, agua caliente (a diferentes temperaturas), agua sobrecalentada, vapor de agua, gases de escape o llama directa de gas natural o GLP.

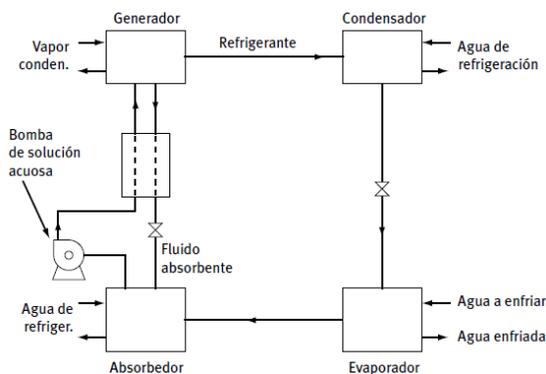


IMAGEN 4. Esquema del ciclo de absorción de simple efecto.

CICLO ORGÁNICO DE RANKINE (ORC)

Otra forma de generar electricidad es el Ciclo orgánico de Rankine, es un ciclo cerrado que realiza la transferencia de calor mediante intercambiadores entre el circuito del aceite térmico y un circuito de agua caliente a 80-100 °C. Aprovechando el calor residual que se produce en el proceso mediante una máquina de absorción se obtendrá frío para climatización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Anteriormente se describieron las tecnologías aplicables para el aprovechamiento de los esquilmos considerando las características del estado de Guanajuato.

El factor a reducir es la quema de esquilmos que ha traído consigo grandes consecuencias puesto que las sustancias producidas por la quema de esquilmos representan una amenaza al ambiente y a la salud. Los contaminantes generados, además de su toxicidad directa sobre los individuos, provocan alteraciones al ambiente.

Dentro de los métodos termoquímicos el proceso de gasificación es el más adecuado para el tratamiento de dichos residuos. Éste método a nivel mundial tiene eficiencias globales del 25-45%. Analizando cada proceso se observó que la caldera es una opción viable para lograr generar energía, dispone además con rendimientos de 85-90%.

La instalación de este tipo de tecnologías suele ser un más cara que otras opciones sin embargo, gracias al precio reducido del combustible, suele ser la solución más barata a medio plazo.

CONCLUSIONES

Las tecnologías empleadas en los Sistemas de Climatización dependen de diversos factores. Durante esta evaluación se observa la importancia de la transformación de la biomasa para la obtención de energía. Considerando los Residuos agroindustriales como materia prima, por su alta disponibilidad (abundancia) además de su bajo

costo de producción debido a que es un subproductos de un proceso.

Se muestra que el proceso de Trigeneración consiste en utilizar la biomasa para transformarla en vapor y posteriormente obtener energía, lo que se traduce en un ahorro energético. Concluyendo que la Caldera de Biomasa es la tecnología con mayor aplicación por sus grandes ventajas sobre otras tecnologías. De acuerdo al análisis con estas técnicas se podría aumentar el porcentaje en el uso de bioenergía ya que en nuestro país solo se utiliza el 8% del consumo final de energía. Siendo esto una fuente importante de energía renovable que impulsa la generación fuentes alternas de energía, trayendo consigo grandes beneficios.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue realizada bajo la supervisión del Dr. Juan Antonio Ramírez Vázquez, a quien agradezco por su tiempo, enseñanzas y paciencia para hacer posible la realización de este trabajo, brindándome la orientación necesaria para cumplir con el objetivo del trabajo.

Agradezco a la Universidad de Guanajuato por ser el medio para realizar este proyecto y al Programa Veranos de Investigación Científica de la UG por brindarme la oportunidad de desarrollar habilidades y ponerlas en práctica al llevar a cabo una investigación científica.

REFERENCIAS

[1] Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural. Agricultura. Recuperado de <http://sdayr.guanajuato.gob.mx/agricultura.html>

[2] Velázquez G, J. de J., Salinas G, J.R., Potter, K.N., Gallardo V, M., Caballero H, F., y Díaz M, P. Cantidad, Cobertura Y Descomposición de Residuos de Maíz sobre el Suelo. Terra Volumen 20 Numero 2, 2002.

[3] Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Subsecretaría de Desarrollo Rural Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Aprovechamiento de esquilmos y subproductos en la alimentación del Ganado. Recuperado de

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Aprovechamiento%20de%20esquilmos.pdf>

[4] Teixidor, Cristina; Millán, Manuel; Pallisé Joan y Martínez, Juan. (2004). Ingeniería Ambiental: Valorización Energética.

[5] Castañeda F., E. A. y V. J. Monroy A. Ferreiro, H. M. Ortega C., Ma. Esther. Riquelme V., E. 1984. Métodos de procesamiento de subproductos agrícolas para elevar su valor nutricional. Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

[6] Endesa Educa. Recursos. Generación. Centrales de biomasa. Recuperado de http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/produccion-de-electricidad/xiv.-las-centrales-de-biomasa