

La producción de biogás como una vía para potenciar la entrega de energía eléctrica al SEN en la industria azucarera espirituana

Ernesto Luis Barrera Cardoso. MSc. Lisbet López González. Dr. Osvaldo Romero Romero. Ing. Félix Orestes Hermidas García.

Email:ernestol@suss.co.cu, lisbet@suss.co.cu,
osvaldo@bibliocuss.suss.co.cu, orestes@suss.co.cu

Centro de Estudio de Energía y Procesos Industriales. Centro Universitario de Sancti Spíritus.

Resumen.

El trabajo versa sobre las posibilidades que ofrecen las tecnologías de producción de biogás en la industria azucarera espirituana, específicamente en las empresas Uruguay y Melanio Hernández. El mismo se realiza con el objetivo de proponer variantes de integración que permitan reducir los consumos energéticos y aprovechar los residuales disponibles. Para el estudio se utilizaron los volúmenes de residuos líquidos y sólidos reportados, propuestas tecnológicas para producir biogás con fines energéticos, que incluyen etapas de pretratamiento de los sustratos, digestión anaerobia, purificación, compresión-almacenamiento y generación de energía. Para el análisis económico se utilizó la metodología propuesta por Peter's. Los resultados muestran que se podría sustituir, con el 100 % de los residuales, el 30 % y el 60 % de la energía térmica y eléctrica, respectivamente. Se mitigarían los efectos negativos sobre el medio ambiente causados por la emisión de residuos y se entregarían más de 30 MWh/d adicionales a la red eléctrica.

Introducción

Las formas de producir energías renovables son muchas en la naturaleza, una de ellas ha sido mediante la degradación anaerobia de biomásas para la obtención de biogás. En la actualidad, este gas ha representado una alternativa para la generación de energía eléctrica lográndose reducciones de hasta el 40 % en los costos del kWh producido al compararlo con la generación a partir de combustibles fósiles. La industria azucarera en Sancti Spíritus es uno de los escenarios que mayores vertimientos de biodegradables genera, por lo que la misma es sin dudas un escenario propicio para la implementación de plantas de producción de biogás. Los materiales disponibles para la producción de biogás en las empresas azucareras son los residuos sólidos, RAC, cachaza y bagazo y los residuos líquidos, vinaza y aguas residuales de la producción de azúcar. La estrategia de uso y/o tratamiento de estos residuos debe estar encaminada a obtener un producto final estable debido al efecto contaminante que causaría su incorrecta disposición. En este marco, las plantas de biogás, además de ser una fuente energética alternativa, constituyen un sistema de tratamiento por digestión anaerobia donde se obtiene un gas combustible y un producto final estable (biolodo). La Empresa Azucarera Uruguay es uno de estos escenarios, su capacidad de molienda actual rebasó en la zafra del 2006-2007 las 499 714 toneladas de caña, cifra superior al resto de los de su tipo, proporcionales a esta producción fueron los volúmenes de residuos generados. Por otra parte, se ha determinado que no hay respuestas sencillas para una solución técnica y económicamente adecuada en el problema de las vinazas de la destilería Paraíso, ubicada en la empresa Melanio Hernández. Se hace necesario, por tanto, realizar análisis financieros, para potenciar la entrega de energía al SEN, a partir de la sustitución de la energía consumida por estas industrias.

Desarrollo

Empresa Azucarera Uruguay

La Empresa Azucarera Uruguay, situada en el municipio de Jatibonico, provincia de Sancti Spíritus es la mayor productora de azúcar crudo de la provincia. Las cantidades de residuos

generados en ella, se estimaron a partir de la caña molida en la zafra 2006-2007 y se muestran en el la figura 1.

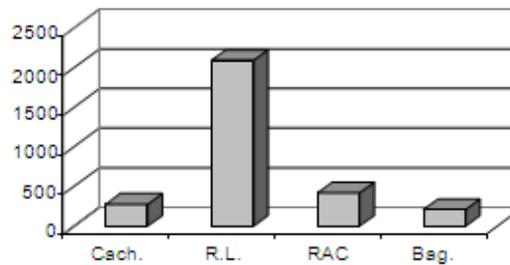


figura 1. Disponibilidad de Residuos Biodegradables

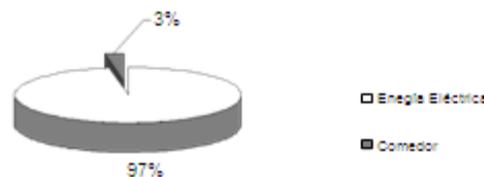


figura 2: Demanda de biogás por tipo de consumidor

Respecto a los RACs y el bagazo no se encontraron reportes sobre el uso de ellos en la producción de biogás. Los mismos se destinan a la alimentación animal y a la generación de energía, por lo que a fines de esta investigación serán tratados como residuos disponibles para la producción de biogás, solamente los residuos líquidos y la cachaza, que representan casi el 80 % del total de los residuos generados en la empresa.

La demanda total de biogás tomando como base un día, fue de 11 200 m³, estimada para la cocción de alimentos (3 %) y para generar la energía eléctrica que se consume en la empresa (97 %). Se consideró obligatorio el suministro de biogás al comedor para el mejoramiento de las condiciones de vida de los trabajadores, como aspecto social. (Figura 2)

Los principales resultados obtenidos mostraron que la energía eléctrica producida en un día de operación de la planta, podría cubrir el 100 % de la demanda en la empresa y entregar en su totalidad los 46 MWh eléctricos que son cogenerados allí, lo que representaría un incremento de más de 1500 MWh anuales. Desde el punto de vista térmico, se lograría cubrir el 100 % de la demanda de biogás para la cocción de los alimentos y entregar 36,77 MWh de energía térmica a otros procesos de la Empresa. (Figura 3).

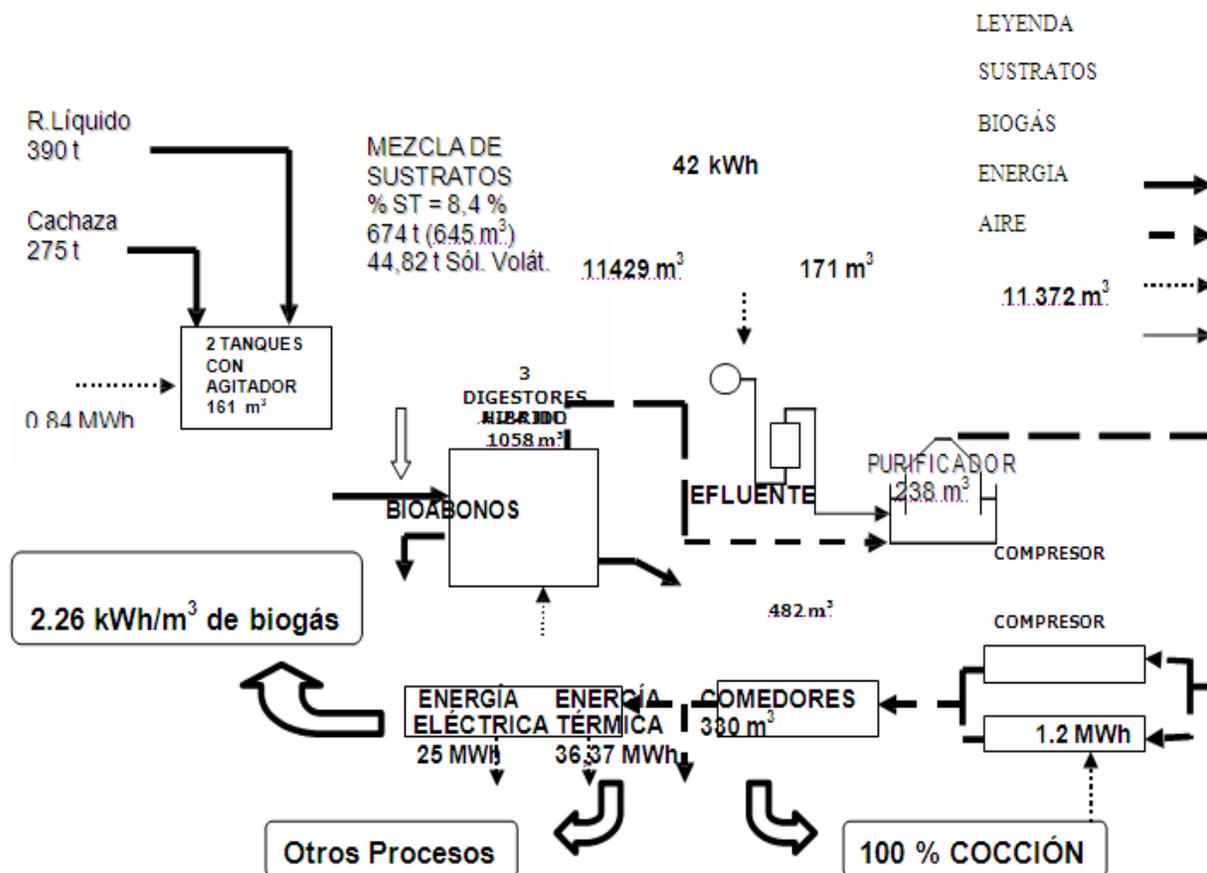


Figura 3. Esquema tecnológico de una propuesta de planta de producción de energía a partir de residuos biodegradables disponibles en la Empresa Azucarera Uruguay. (Tomando como base, 1 día.)

Se determinó que las corrientes residuales originadas mitigan los daños al medio ambiente que se originan hoy en la Empresa Azucarera Uruguay, pues se producen 4 419 MWh a partir de una fuente renovable, con lo que se logra la reducción de las emisiones de CO₂ causadas por la generación a partir de combustibles fósiles. Por otra parte, se evitan las emisiones de metano producidas durante el proceso de descomposición de la materia orgánica al aire libre, que equivalen a 7 455 t de CO₂ (1 t de metano = 21 t de CO₂) y se producen 14 544 t de bioabonos capaces de sustituir agroquímicos. Además, los gases de la combustión del biogás, emiten un CO₂ cuyo balance neto tiende a cero en el cierre del ciclo natural de la biomasa, por lo que su efecto sobre el medio es considerado despreciable. Se evita también, por concepto de cocción de alimentos con biogás, la tala de árboles por la eliminación del uso de 300 m³ de leña y se reduce en un 85 % la carga contaminante de los residuales líquidos originados en la industria, posibilitándose el reuso de 389 millones de litros de agua, en cada zafra, para el fertirriego.

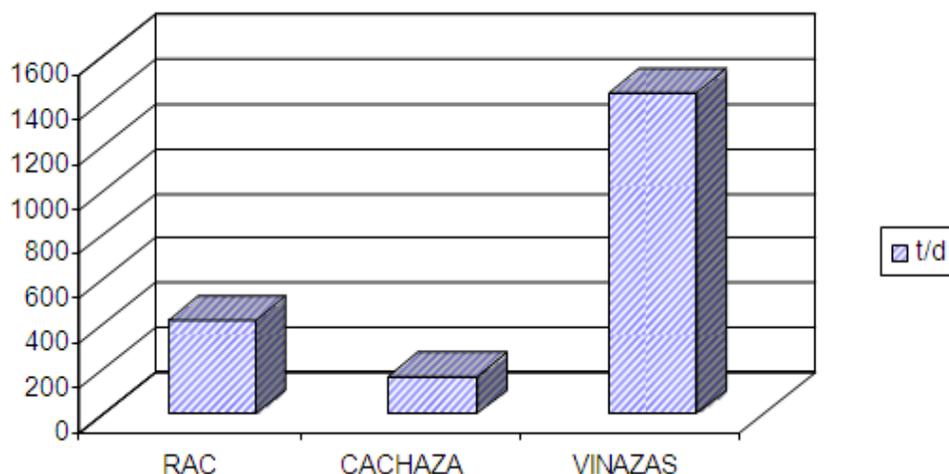
Para la evaluación económica de la propuesta primeramente se determinó, siguiendo las recomendaciones dadas en 7, el costo de adquisición de los equipos (\$ 1 295 461,00), capital total

invertido (\$ 5208824,00), los costos totales de operación (\$/a 405 725,00) y los ingresos (\$ 2 968 886,00) de la planta. A partir de aquí se calcularon los indicadores dinámicos resultando una tasa interna de retorno (TIR) de 17 % superior a la tasa de descuento utilizada para su cálculo (15 %), lo que reduce el margen de riesgo por el incremento de esta última, con un período de recuperación de la inversión de PRI de 4 años y un valor actual neto (VAN) de \$ 6 510 804,00 tal como se mostró en la figura 2. Este resultado es superior al alcanzado en 6, para una planta de producción de biogás a partir de vinazas, quien reportó un PRI de 6 años, resultado que se debe a que estas plantas producen una menor cantidad de bioabonos debido a los altos tiempos de retención de sólidos y las altas diluciones de los sustratos tratados en ellas.

Empresa azucarera Melanio Hernández

Los residuos orgánicos disponibles en la empresa Melanio Hernández, ubicada en la provincia de Sancti Spíritus, Cuba, durante la cosecha y el procesamiento de azúcar y alcohol son: RAC (residuo agrícola de la cosecha del azúcar), cachaza, aguas residuales y las vinazas de alcohol. (Figura 4)

Figura 4. Disponibilidad de residuos biodegradables en la empresa azucarera Melanio Hernández.



En el presente trabajo se realizó el análisis de una planta para la producción de energía y nutrientes a partir de la cachaza y la vinaza. Las aguas residuales de la producción de azúcar pueden ser utilizadas en la dilución de dichos sustratos. Los RAC, a pesar de presentar un contenido de materia orgánica alto, presentan problemas para la producción de biogás, por su elevada relación carbono-nitrógeno, su bajo contenido en azúcares, sus partículas demasiado grandes y su baja masa volumétrica que dificulta su transportación.

La cantidad de energía que podría generarse a partir de estimados teóricos por índices reportados por 1, 5,6 dan como resultados una producción anual de 5 364 864 m³ de biogás, equivalente a 11 963 647 kWh de energía eléctrica y 17 811 348 de energía térmica, para un índice de 2,23 kWh/m³ de biogás producido y 3,32 kWh/m³ reportados por plantas alemanas.

4 La distribución porcentual del biogás que se podría generar se muestra en la figura 5 Por orden será: vinaza, achaza y RAC.

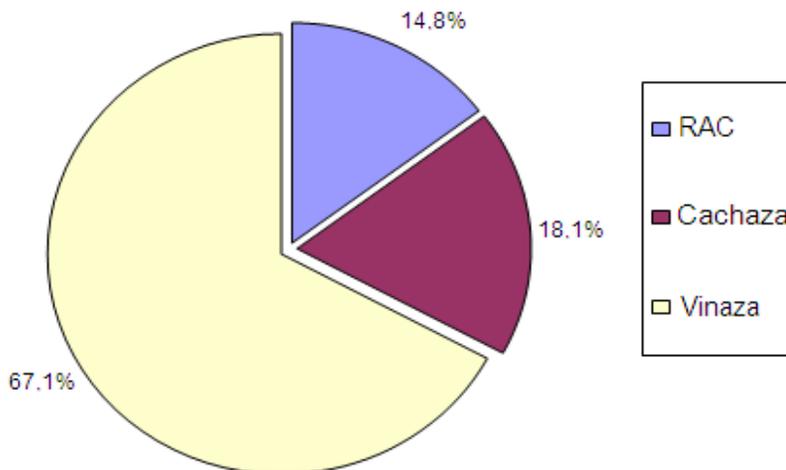
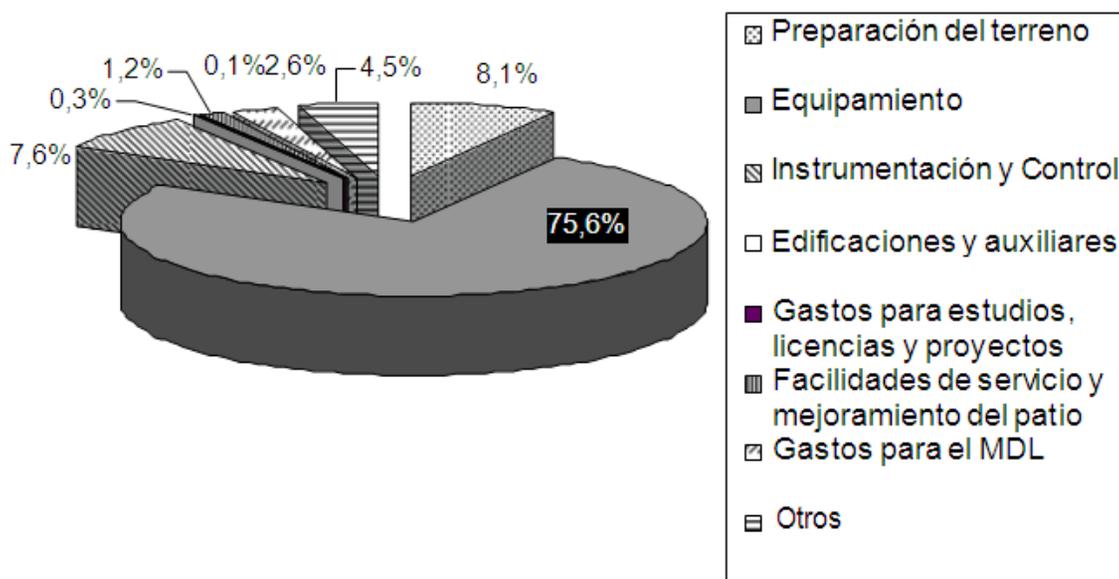


Figura 5. Distribución porcentual de la producción de biogás estimada para los residuos de la Empresa Melanio Hernández

De esta forma los recursos de biomasa disponibles en la empresa azucarera Melanio Hernández, ascienden a 5,8 ktep (kilotoneladas equivalentes de petróleo). Esto equivale a que la disponibilidad de biomasa estimada en el presente trabajo, se puede convertir a 35,61 GWh de energía eléctrica y 53,04 GWh de energía térmica Figura 6. Lo que equivale a unos 2966 kWh eléctricos y 4420 kWh térmicos. De los cuales el 67 % pertenece a los residuales líquidos de la producción de alcohol, esto hace que melanio Hernández, a pesar de ser una empresa azucarera con capacidad de molienda inferior, tenga una producción de biogás estimada casi 4 veces superior a la de la empresa Uruguay, además del tiempo de operación de la planta que se ve limitado para esta última por el agotamiento de la cachaza en periodo de no zafra.

La tecnología de digestión anaerobia es la propuesta por Biogas Nord3, formada por un digestor convencional de hormigón, forma cilíndrica vertical con cúpula móvil para la cachaza y el sistema de lagunas tapadas para las vinazas.

El monto total de la inversión es de \$ 3009456,9, distribuidos según se muestra a continuación



Para la evaluación económica de la propuesta primeramente se determinó, siguiendo las recomendaciones dadas en 7, el costo de adquisición de los equipos (\$ 2 275 149,00), capital total invertido (\$3009456,9), los costos totales de operación (\$/a 405 725,00) y los ingresos (\$ 1322444,00) de la planta. A partir de aquí se calcularon los indicadores dinámicos resultando una tasa interna de retorno (TIR) de 27,4 % superior a la tasa de descuento utilizada para su cálculo (15 %), lo que reduce el margen de riesgo por el incremento de esta última, con un período de recuperación de la inversión de PRI de 4,17 años y un valor actual neto (VAN) de \$ 4 156899,00. Este resultado es similar al alcanzado para la empresa azucarera Uruguay, lo que demuestra que la producción de biogás es una alternativa económicamente viable que reporta beneficios que tributan directamente en la entrega de energía eléctrica al SEN.

De esta forma la industria azucarera espirituana podría potenciar la entrega de energía eléctrica al SEN a partir de la degradación anaerobia de los residuales que ella misma genera, aportando en su totalidad 39,8 GWh eléctricos cada año, con lo que podría sustituirse el 15 % de la energía necesaria en el territorio.

Conclusiones

1. El potencial teórico estimado para la producción de biogás en la empresa azucarera espirituana asciende a 6 729 504 m³ anuales, que permitirían generar.
2. La utilización del potencial disponible de desechos orgánicos que actualmente son un foco contaminante en la empresa azucarera en general, posibilitaría ingresar \$ 5 262239 anuales, por la venta de electricidad y de un lodo biofertilizante.
3. La producción de biogás puede potenciar la entrega de energía al SEN, cubriendo el 15 % de la demanda total de la provincia y un aporte de 39,8 GWh/año.

Bibliografía

1. Fernández K. C. y otros: Operación y mantenimiento de pequeñas plantas de biogás, CIC – DECAP, La Habana, 1999.
2. ICIDCA: Planta demostrativa de Biogás, Informe interno, 2005.
3. Linnenberg, C. y L. Valdés: Estudio de Prefactibilidad. Construcción de una planta demostrativa de biogás para el tratamiento de desechos orgánicos de una industria azucarera en Cuba con el fin de demostrar la tecnología y distribuirla a plantas industriales de biogás, Biogás Nord, 2004.
4. Ministerio para la Agricultura, Protección Ambiental y Ordenamiento Territorial del estado de Brandenburg, Biogás en la Agricultura, 2003.
5. Obaya, M. C y otros: “Mecanismos de desarrollo limpio en una planta de tratamiento de vinazas de azúcar con reactores UASB. Consideraciones técnicas y económicas sobre su *Revista Tecnología del agua*, Nro 263, agosto, 2005.
6. Peters, M.S: Plant desing and economics for chemical engineers, 1991.