

el residuo de los ingenios de azúcar como fuente de energía

ROGER SOLANO G *

RESUMEN

Este artículo presenta la información básica para determinar la factibilidad de utilizar el bagazo como fuente energética para la generación de calor y electricidad.

INTRODUCCION

Los residuos de los ingenios de azúcar son un potencial recurso energético que hasta el momento se ha desechado, produciendo problemas de contaminación en ríos y tierras agrícolas.

Se es consciente que se necesita profundizar en aspectos económicos y otros factores particulares del uso del bagazo para producir calor; sin embargo este artículo presenta la información básica para usar este residuo como fuente energética.

Del procesamiento de la caña de azúcar se originan varios subproductos directos. Entre los más importantes están el bagazo, las melazas y las cachazas.

En este informe se enfocará en el uso del bagazo como fuente biomásica para la generación de energía térmica y eléctrica.

Las cachazas son residuos prominentes de los clarificadores obtenidos a través de filtros (ver figura No. 1) y que en algunas oportunidades son usados como fertilizante mediante aplicación directa en las plantaciones de caña. La melaza final es un material pesado y viscoso que se usa como base para piensos de ganado, para la fabricación de azúcar industrial, para la producción de bradura, para la producción de alcohol y para otros fines.

La figura No. 1 muestra el diagrama de flujo para un ingenio típico.

BAGAZO COMO FUENTE DE ENERGIA

El bagazo es el material sólido, fibroso, que sale del último de los molinos de la batería, después de la extracción del jugo.

Normalmente el bagazo es utilizado para alimentar las calderas en la generación de vapor, indispensable en el procesamiento de la caña.

El residuo sale del molino con alto contenido de humedad. La literatura cita un porcentaje que oscila entre el 40 y el 50^oo, sin embargo, en la mayoría de los ingenios de Costa Rica, el bagazo presenta humedades de alrededor del 55^oo en base húmeda.

Este dato es muy importante ya que un alto contenido de humedad en el bagazo significa extracción ineficiente de jugo en los molinos y, en consecuencia, bajo rendimiento de azúcar extraído por tonelada de caña molida.

Otro parámetro importante en el bagazo en particular y en la caña de azúcar en general es el porcentaje de fibra¹, que depende de la variedad de caña y oscila del 10 al 16^oo. Los valores encontrados en los ingenios nacionales están dentro de este rango.

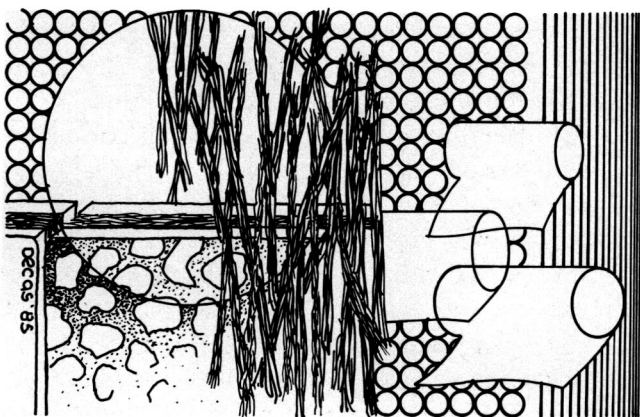
El porcentaje de bagazo² en relación con el peso inicial de la caña de azúcar es otro dato fundamental y de constante medición por los laboratorios de los ingenios. La literatura indica que la cantidad de bagazo varía entre el 24 y el 28^oo del peso de la caña. Al igual que el parámetro anterior este dato depende de la variedad de la caña que se procesa. Los datos encontrados en los ingenios nacionales están en un rango de 23^oo a 39^oo de bagazo por peso de caña, que es mayor que el registrado en la literatura.

Algunos ingenios tienen excedentes de bagazo y en su mayoría carecen de edificaciones para almacenarlo, por lo tanto deben deshacerse de este residuo. Normalmente lo botan en terrenos aledaños

* Profesor del Departamento de Administración Agropecuaria del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

al ingenio y ahí mismo lo queman; algunos lo dejan en el campo para que se degrade biológicamente y luego usarlo como fertilizante en los cañaverales. El problema que se presenta al estar expuesto es el peligro de incendios, debido a la ignición espontánea del material.

Además de los usos mencionados no se conoce otra aplicación en Costa Rica, sin embargo, la literatura indica utilización del bagazo como materia prima para la fabricación de papel, manufactura de tableros para construcción y empleo de las partículas más finas para la producción de alfa-celulosa (base para la fabricación de rayón, explosivos, etc.).



Uno de los mayores problemas en el uso del bagazo es el transporte, dado que su densidad aparente es muy baja. Este material suelto alcanza densidades aparentes promedio de 100 kg/m³ y cuando se apila, de 200 kg/m³, a un contenido de humedad base verde de 45^o/o. Esta baja densidad hace prohibitivo el transporte de bagazo sin prensar. Existen prensas formadoras de pacas, parecidas a las de heno, que comprimen el material formando pacas de 30x30x60cm ó de 45x60x60cm y pueden incrementar la densidad aparente en el orden de 400 a 700 kg/m³ dependiendo de la prensa. Estas prensas no son usadas en Costa Rica pero sí son conocidas en ámbito mundial. En forma de pacas el material podría ser transportado en forma competitiva a zonas de demanda de energía, cercana al ingenio.

Con el objeto de hacer una evaluación del potencial de bagazo en Costa Rica se siguió una metodología de visitas a los principales ingenios de zona. El cuadro No. 1 muestra los resultados obtenidos en la encuesta.

CUADRO No. 1. Producción de bagazo de los principales ingenios de Costa Rica (1982).

INGENIO	CAÑA MOLIDA (Tons)	AZUCAR PRODUCIDO (Tons)	BAGAZO PRODUCIDO (Tons)	EXCEDENTE BAGAZO (Tons)
Zona A.				
Atirro	109 172,58	10 292	36 193	-
Juan Viñas	103 670,57	9 600	32 670	4 900
Zona B.				
Coop. Victoria	189 117,72	19 000	43 500	3 480
Zona D.				
El Palmar	282 397,58	20 510	98 800	19 760
Taboga	278 567,99	22 976	97 498	21 548
Catsa	233 840,07	16 561	81 861	20 465
El Viejo*	152 079,48	13 064	53 227,6	10 645

Zona A = zona este de Costa Rica (Turrialba, Juan Viñas).

Zona B = zona oeste de Costa Rica (Grecia)

Zona C = zona norte (San Carlos)

Zona D = zona norte (Guanacaste)

PODER CALORICO DEL BAGAZO

Para efectos de realizar cálculos de combustión, es conveniente conocer la composición química típica del bagazo.

Carbono	47 ^o /o
Hidrógeno	6,5 ^o /o
Oxígeno	44 ^o /o
Otros	2,5 ^o /o

El poder calórico superior en base seca del bagazo, al igual que en la madera, es bastante constante e independiente de los diferentes tipos de caña y se estima en 19200 KJ/kg de bagazo. Este material se introduce a las calderas, usualmente calderas de agua en los tubos, las que presentan eficiencias totales en el rango de 45^o/o a 60^o/o.

Como dato conservador se necesita 1 kilo de bagazo para producir 2,5 kilos de vapor por hora a una presión de 17 kg/cm² y una temperatura de 260°C que corresponde a vapor sobrecalentado. Con un buen control de las calderas, esta cifra puede reducirse un 25^o/o o más, ahorrando mayor cantidad de bagazo; sin embargo no existe motivación para ello, ya que al economizar bagazo se incrementaría el residuo que habría que desechar según lo explicado anteriormente. Probablemente una utilización secundaria y un costo marginal adecuado motivarían a los ingenios a ser eficientes y es muy posible que los datos de excedentes de este residuo se incrementen.

Los cuadros No. 2 y No. 3 muestran que la zona de Guanacaste es indudablemente donde se encuentra el mayor potencial energético de utilización de este subproducto, dado que es el residuo de mayor abundancia en esa zona, con la posibilidad de obtención de casi 600 terajulios (cuadro No. 3) totalmente concentrados en cuatro puntos de la región, lo cual presenta una facilidad única para cualquier uso potencial.

CUADRO No. 2. Estimaciones de producción de bagazo por zonas de Costa Rica (1982).

ZONAS	CAÑA MOLIDA (Tons)	AZUCAR PRODUCIDA (Tons)	BAGAZO PRODUCIDO (Tons)	EXCEDENTE BAGAZO (Tons)
A	295 314,94	26 791	73 828,73	6 000
B	665 754,05	63 593	153 123,43	15 312,34
C	181 875,9	13 855,7	45 468,75	3 182,81
D	985 801,41	75 155,8	33 172,0	87 144,72

CUADRO No. 3. Energía potencial de acuerdo a las estimaciones de bagazo excedente.

ZONA	OFERTA ENERGIA POTENCIAL (terajulios)	LOCALIZACION DE LAS AREAS DE DEMANDA (Km)	FECHA DE ZAFRA
A	40,91	40	Enero a julio
B	104,39	30	Enero a abril
C	21,69	120	—
D	594,11	90	Dic. a abril

Según se muestra en la figura No. 2 los puntos de demanda cercanos a los sitios de oferta de residuos están concentrados en Puntarenas con Fertica y Alunasa, y en Colorado de Abangares con Cementos del Pacífico.

Esta última empresa presenta grandes ventajas para utilizar el bagazo, tanto de localización, ya que está aproximadamente en el centro del área de oferta, como también de tecnología, debido a que es muy factible implementar un sistema parecido al que piensa usar la Industria Nacional de Cemento. Un cálculo aproximado de consumo de bunker en Cementos del Pacífico con un funcionamiento del 75% de capacidad y 280 días/año es de 840 terajulios/año, lo cual significa que la cantidad de bagazo existente puede perfectamente sustituir un 70% del bunker. Sin embargo hay dos aspectos que limitan alcanzar ese porcentaje: uno es técnico debido a que esa cantidad de biomasa disminuiría la temperatura de llama y podría no llegar al punto de clinkerización (1450°C); y el otro se debe a

que el bagazo es producido en un corto tiempo, por lo que requiere almacenamiento para el resto del año, lo cual, por la magnitud del producto, representará un costo adicional bastante grande.



FIGURA No. 1. Encuesta de ingenios en Costa Rica en relación con áreas de demanda.

El bagazo existente como excedente en el Valle Central no presenta el grado de concentración que tiene la zona de Guanacaste; no obstante la demanda potencial es considerable. Hasta ahora no se conoce que tenga un uso adecuado y la mayor parte se bota. Como situación especial, muchos empresarios tienen la actividad del azúcar en conjunto con la actividad del café, es decir es común encontrar beneficios e ingenios bastante cercanos geográficamente, por lo tanto el bagazo perfectamente puede usarse en los beneficios y aliviar el consumo de leña de los mismos. Como ejemplo de ello podemos mencionar la Hacienda Juan Viñas, que utiliza parte del bagazo en el secado de café del beneficio.

CONCLUSIONES

Lo anterior refleja que existe un potencial energético bastante importante con base en la utilización del bagazo de la caña de azúcar, dada su abundancia en algunas zonas estudiadas. La factibilidad económica de utilizar el residuo depen-

de de la distancia existente entre el punto de oferta y el punto de demanda, sobre todo por los altos costos del transporte; sin embargo se cree que existen una cantidad importante de usuarios que se beneficiarían.

El Gobierno puede, por medio del Ministerio de Industria, Energía y Minas actuar posteriormente para reducir el desperdicio de este recurso energético, que significa un desperdicio de colones y hasta de dólares si es que al utilizar el bagazo se puede reducir la importación de combustibles.

NOTAS

1. Se considera la fibra como la cantidad de celulosa contenida en el bagazo.

2. Se considera bagazo la fibra más agua o humedad además otras sustancias en solución en el agua consistentes en azúcar e impurezas.

LITERATURA CONSULTADA

E. Hugot. **Manual para ingenieros azucareros.** México: Compañía Editorial Continental, 1963.

Meade, George. **Manual de azúcar de caña.** Barcelona: Montaner y Simón S.A., 1963.

Meta Systems. **Recursos bioenergéticos y su sustitución en el sector industrial y agrícola de Costa Rica.** San José, 1984.

con los mejores títulos
en ciencia y tecnología

**EDITORIAL
TECNOLOGICA
DE COSTA RICA**

IMPULSANDO EL PROGRESO
TECNOLOGICO

The advertisement features a central graphic of a white circle containing several book covers. The covers include titles such as 'Factibilidad de los proyectos agropecuarios' by Walter Rojas Ulate, 'Círculos de calidad' by Nicole Murray Ramo, and 'Métodos y técnicas de sistemas'. The publisher's logo 'ET' and name 'EDITORIAL TECNOLÓGICA DE COSTA RICA' are prominently displayed within the circle.