

Breve panorama energético del sector azucarero colombiano

EDGAR F. CASTILLO M.
Ph.D., M.Sc., Ingeniero Químico
Director Programa de Fábrica
Cenicaña



Introducción

El desarrollo del sector azucarero colombiano está ligado de manera significativa con la formación regional de un conjunto de actividades comerciales e industriales, que de diferente manera tienen que ver con la biomasa como eje central de suministro. No es casual que en la misma zona geográfica del valle del río Cauca podamos encontrar 12 ingenios azucareros, dos empresas generadoras de energía, una planta sucroquímica, 40 empresas en el sector de alimentos, ocho plantas de alcohol, tres plantas dedicadas a la elaboración de bebidas gaseosas, todas ellas soportadas por más de 50 proveedores especializados de servicios. Este poderoso cluster está basado en la oferta ambiental de servicios de la biorregión y su evolución futura dependerá en gran medida del uso racional de los recursos naturales que actualmente

se disfrutan. Es por ello particularmente interesante profundizar en la capacidad que tiene este conjunto de actividades para autoportar su consumo energético, bien sea de tipo térmico o eléctrico, ya que mientras se avanza en el suministro de energía a partir de sus propias capacidades, menor será la dependencia del sector hacia fuentes externas y mayor será su nivel de sostenibilidad en el mediano y largo plazos.

Con base en lo anterior, en este artículo se muestra brevemente un esquema del uso actual de la energía derivada de la biomasa que se encuentra en las distintas plantas de azúcar y muestra cómo técnicas avanzadas de diseño de la red de intercambio de calor (Heat Exchanger Network –HEN) del proceso pueden generar importantes ahorros en energía térmica consumida que a su vez significan mejoras importantes

en la capacidad de cogeneración del sector.

Logros del sector

Es un hecho reconocido que la superficie cultivada con caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca se ha estabilizado aproximadamente en 205.000 hectáreas, con una producción media anual en caña de 22 millones de toneladas, para una producción promedio de azúcar cercana a 2.5 millones de toneladas, obteniendo de las mieles residuales del proceso un total de 1.1 millones de litros/día de etanol y generando alrededor de 9 millones de toneladas de residuos de cosecha al año. Estos indicadores

globales de producción no podrían señalarse en el momento, si no se hubiera logrado en términos de 30 años duplicar la productividad del suelo (siendo la más alta a nivel unitario en el mundo) reduciendo, al mismo tiempo el consumo de agua en el cultivo en más de 50%. Otros frentes de investigación que incluyen la seguridad en la sanidad del cultivo, el uso de la biotecnología como elemento de transformación de materiales y elementos, la disminución de las pérdidas de sacarosa en las labores de corte, alce, transporte, entrega y recepción de caña y en última instancia, el desarrollo del concepto de la agricultura específica por sitio, que complementan el im-

pulso inicial del sector y constituyen una importante reserva de conocimiento con miras a la optimización en el uso de sus recursos y para la generación de valor agregado en las cadenas productivas.

Como ejemplo de lo anterior, en la Figura 1 se ilustra la evolución del conocimiento del sector en relación con la variable toneladas de caña/hectárea por mes (TCHM), tomando como base 1960.

De la misma manera, la evolución de las prácticas de beneficio poscosecha y de fábrica pueden observarse con la tendencia que muestra el porcentaje de azúcar recuperable (ARE%) (Figura 2).

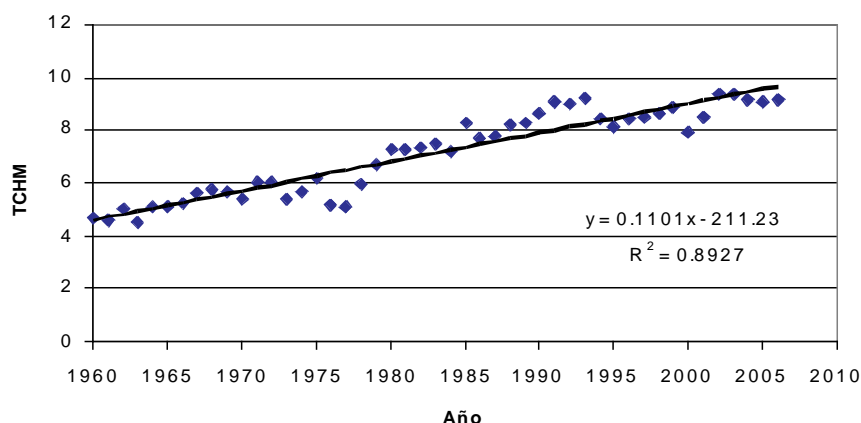


Figura 1. Evolución de la productividad por hectárea de la caña de azúcar. Valle geográfico del río Cauca.

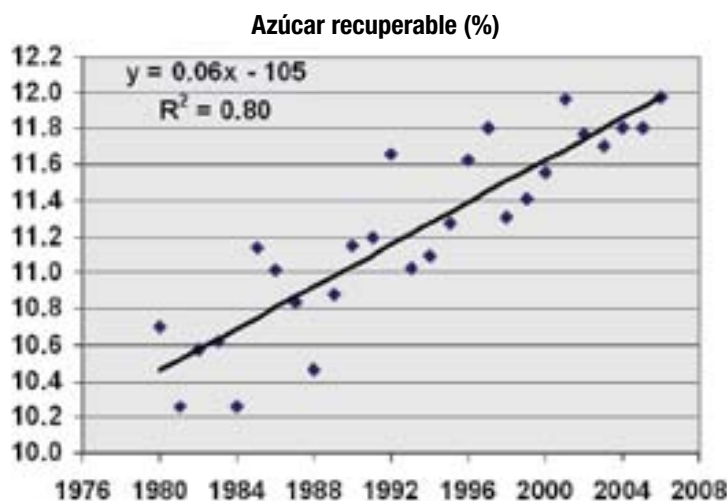


Figura 2. Evolución del azúcar recuperable. Valle geográfico del río Cauca

Prospectiva del sector azucarero

Todos los argumentos reseñados anteriormente conducen a señalar que la visión global de producción en el sector azucarero colombiano tiene la posibilidad de ser ampliada hasta abarcar actividades que pueden derivar potencialmente en una generación intensiva de valor agregado (Figura 3). Es así como se puede señalar que la situación actual de producción de alcohol a partir de residuos del proceso de la caña cumple el propósito de agregar valor a la producción, sin tener la necesidad de ampliar la frontera agrícola del cultivo.

De igual manera, la producción de energía tiene el potencial de ampliar los frentes de ingreso de la industria a partir de dos hechos: la racionalización del consumo térmico interno –que provocará la liberación de excedentes de bagazo– y la posible cogeneración eléctrica con destino a suministros a la red eléctrica regional.

Esquemáticamente es posible señalar que la evolución de la producción del sector podría dar lugar a las etapas siguientes:

Etapa convencional de desarrollo

Caña → Azúcar

- Mieles
- Tipos de azúcar
- Bagazo combustible
- Bagazo para tableros

Etapa de desarrollo a corto y mediano plazos

Caña → Azúcar + Valor agregado

- Biocombustibles
- Cogeneración
- Plásticos



Figura 3. Potencial de generación intensiva de valor agregado en la industria azucarera

Etapa de desarrollo a largo plazo

Caña → Biofábrica

- Síntesis de moléculas, sustitución de petroquímicos.

Con base en lo anterior, a continuación se describen en forma breve algunos indicadores unitarios de consumo energético en ingenios colombianos y se plantean los esquemas de cogeneración actualmente utilizados, lo que ilustra el proceso gradual que ocurre en los ingenios en la búsqueda de la generación de valor adicional.

Perfil energético en ingenios

En el Cuadro 1 se presenta un resumen de los resultados de una campaña de monitoreo sobre los reportes mensuales de consumo de servicios en fábricas de azúcar.

Cuadro 1. Consumos de energía en ingenios azucareros de Colombia.

Ingenios	lb/TC	Kw-h/ TC
1	1228	22.74
2	1083	34.32
3	1548	26.51
4	1354	25.84
5	1122	22.69
6	1038	31.89
7	1183	23.88
8	1325	26.72
9	1344	38.8
10	1448	31.61
11	1257	34.69
12	1428	—

lb/TC = Libras de vapor por toneladas de caña molida.
Kw-h/TC = Kilowatts-hora por toneladas de caña molida.

Del análisis de la información anterior es evidente que existe una gran disparidad y dispersión en

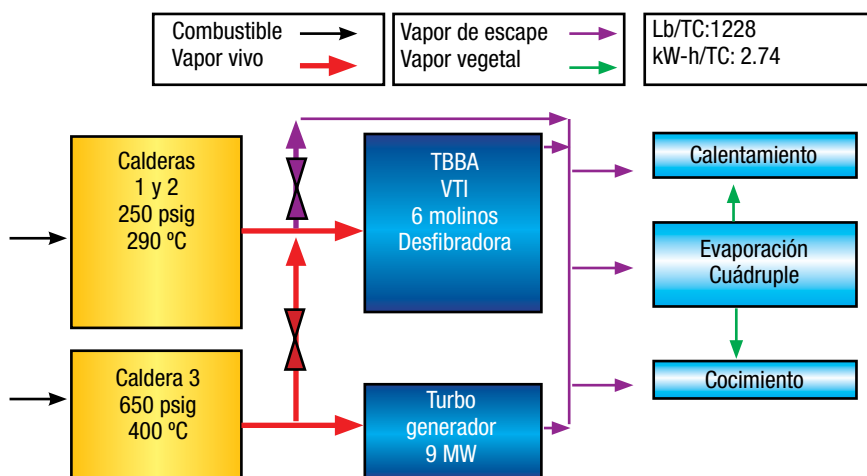
estos indicadores, lo que señala indirectamente la ocurrencia de un factor tecnológico y operativo diverso dentro de las fábricas, que provoca diferentes intensidades en el uso de la energía térmica derivada de la biomasa de la caña. Por ello es importante, entonces, señalar algunos parámetros comunes de este esquema de producción:

- Existe una gran variedad de esquemas para la generación de vapor como calderas de diferentes capacidades (presión, temperatura, flujo) y combinaciones diversas de combustible usado (bagazo, carbón, residuos de cosecha, cáscara de café).
- En función de las diferentes configuraciones de generación de vapor hay distintas configuraciones de generación de energía eléctrica.
- Existen diferentes tipos de accionamientos para los molinos, tales como turbinas, motores eléctricos y motores hidráulicos, en combinaciones no convencionales y aun dentro de un mismo ingenio.
- El principal consumidor de vapor de escape es el proceso de evaporación, que requiere un flujo entre 37% y 50% de caña.
- Los esquemas de extracción de vapores vegetales también difieren de un ingenio a otro.
- Las etapas de calentamiento utilizan vapor de escape y vapores vegetales hasta de tercer efecto, en algunos casos se emplean hasta condensados de evaporación.
- En el caso de vapor para la estación de cocimiento se utiliza en general vapor de escape y vapores vegetales hasta de segundo efecto.
- No se alcanza un aprovechamiento total de la energía contenida en los condensados de

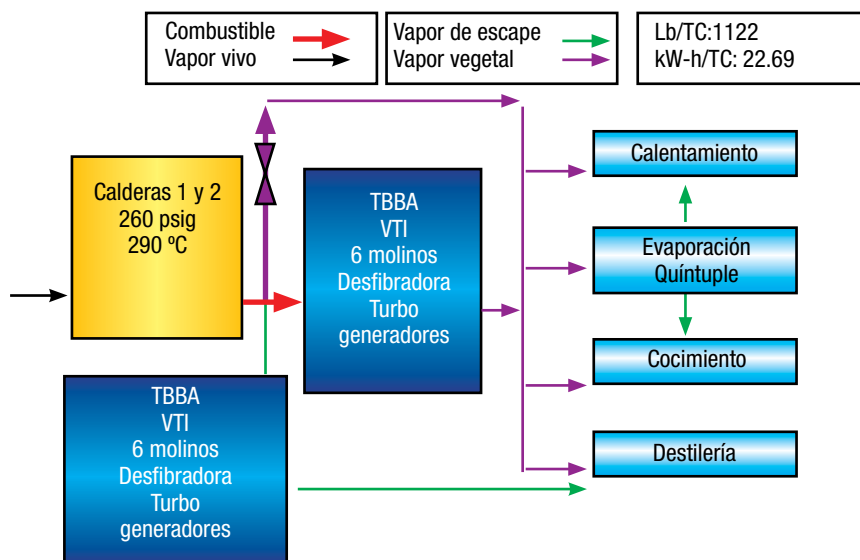
calentadores, evaporadores y tachos.

Las configuraciones actuales de cogeneración más ampliamente uti-

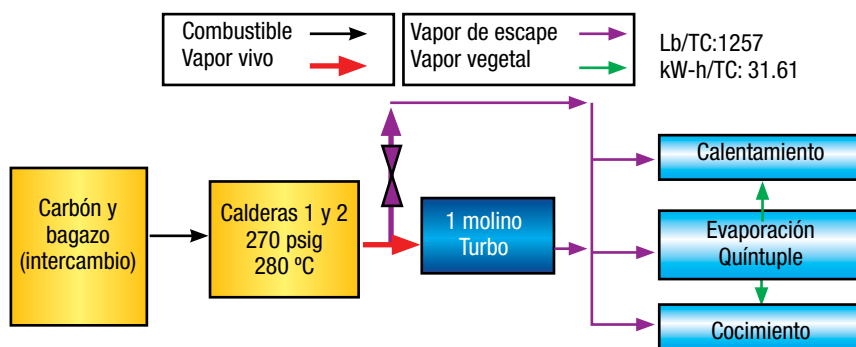
lizadas en los ingenios colombianos pueden ser resumidas en los casos siguientes:



Caso 1: Esquema de cogeneración.



Caso 2: Sin cogeneración con destilería.



Caso 3: Sin cogeneración con molinos y preparación de caña electrificados