

ANALES

DEL INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

Calle San Martín N.º 352 - Casilla 487 - Teléf. 88841 - Santiago - Chile

Año XXXIV



Febrero de 1934



N.º 2

Gustavo Vicuña C.

Depto. Industrias Fabriles
Ministerio de Fomento.

Azúcar de madera

LA fabricación de azúcar de madera, según Bergius, se basa en la sacarificación de la celulosa de la madera, por medio de ácido clorhídrico de 40 %. En esta forma se obtiene la transformación en azúcar de 2/5 de la madera seca que se emplea como materia prima.

El azúcar en bruto que se obtiene puede ser empleado para destilar alcohol, fabricar ácido láctico, albúmina y otros productos similares, así como también directamente como alimento para ganados en lugar de cebada y papas.

Este azúcar en bruto puede ser transformado, por medio de un proceso de refinación sencillo, en azúcar de madera finamente cristalizado, el cual, práctica y químicamente, es idéntico al azúcar de uvas. El valor alimenticio y su importancia como tal, se desprenden del certificado emanado del Químico para alimentos del Estado de Mannheim, Dr. G. Graff, según el cual, el azúcar de madera fabricado por el procedimiento Bergius, corresponde a una dextrosa de gran pureza y es químicamente igual al azúcar de uvas.

Como subproducto de esta refinación se obtienen 50 Kgs. de ácido acético por

tonelada de azúcar pura, el cual tiene gran demanda en el mercado mundial.

El azúcar de madera tiene, como el de uvas, un menor poder dulcificante que el azúcar de betarraga y el de caña, pero en cambio el mismo valor alimenticio y una mayor facilidad para ser asimilado por el organismo humano, según consta del certificado aludido.

El azúcar de madera es un producto natural y no un sintético, ni tampoco un sustituto, pues representa un tipo de azúcar que está formado en la madera y que se extrae con ayuda de elementos químicos y técnicos adecuados.

Al fabricarse el azúcar puro queda un 30 a 40 % de azúcar en bruto sin cristalizar, que puede ser transformado en alcohol etílico o en alimento para animales.

Según las experiencias realizadas por Bergius, pueden utilizarse en la fabricación del azúcar de madera, prácticamente todas las clases de maderas, y desde el tronco del árbol, hasta las ramas y los desperdicios de barracas y aserraderos.

Fuera de la madera se utiliza una cierta cantidad de ácido clorhídrico, que puede ser producido, en forma parecida, en la misma planta, partiendo de ácido sulfúrico y cloruro de sodio y además de pe-

queñas cantidades de cal para neutralizar los últimos restos de ácido no recuperables, no se necesitan más ingredientes.

El combustible necesario para el procedimiento completo se obtiene, en gran parte, del resto de la madera que no se transforma en azúcar, la lignina, que previamente seca, da un combustible de 5.000 calorías.

Según las informaciones preliminares obtenidas de la Legación de Berlín y del propio inventor del procedimiento, el costo de una instalación completa para fabricar 8.000 toneladas de azúcar en bruto anuales, equivalentes a 4.400 tons. de azúcar refinada, asciende a más o menos \$ 8.000.000.— m/l, incluyendo transportes e instalación.

La planta para fabricar los 2.000.000 de litros de alcohol que se obtienen como subproductos, cuesta \$ 12.000.000 instalada. Para edificios y terrenos se necesitarían alrededor de 1,5 millones de pesos, de manera que con imprevistos, el capital total inmovilizado es de \$ 12.000.000.

Para el funcionamiento de 4 meses se necesitarían \$ 600.000 de capital en giro, o sea, que el capital total calculado asciende a \$ 12.600.000.

El costo del kilo de azúcar puro fluctúa alrededor de 50 centavos, considerando comprendidos en él todos los gastos, y en ellos un 10% para amortización maquinarias, 5% para edificios, 6% de interés al capital y 4% para reparaciones.

El costo del alcohol se ha calculado en \$ 1.29 por litro puro y apto para ser agregado a la nafta.

Al azúcar se le ha asignado un precio de venta de \$ 1.30 por kilo y al alcohol \$ 1.50 por litro, precios bastante más bajos que los que tienen los productos similares que hay en el mercado actualmente y que permiten obtener una rentabilidad del 23,8% sobre el capital total

invertido, como se detalla en los cálculos anexos.

Las materias primas chilenas que podrían usarse para esta industria, pueden dividirse en las siguientes categorías:

1) *Subproductos agrícolas*, como paja, caña de maíz y similares. Estos son de menor importancia para esta industria, pues su existencia depende de los cultivos agrícolas

2) *Madera*, que es la materia prima de mayor importancia, puede ser obtenida en las siguientes formas:

a) Aprovechando toda clase de árboles, es decir, que se exploten los bosques exclusivamente para el objeto de la sacarificación;

b) Seleccionando las maderas, a fin de sacarificar aquellas que no sean maderables y éstas aprovecharlas en la industria maderera;

c) Utilizando los desperdicios de la industria maderera, como aserrín y despuntes.

Con las posibilidades que presenta esta industria de aprovechar hasta los últimos residuos de la madera, se coloca ella en el primer lugar de las industrias químicas transformadoras de la madera, pues no sólo se aprovecha con ella la celulosa sino todos sus componentes.

Gran importancia tiene también esta industria para la explotación de los bosques con el objeto de limpiar los terrenos cubiertos de ellos, para destinarlos a la agricultura. Esta industria permite transformar en azúcar y alcohol hasta el tronco del árbol, con lo que se puede obtener la limpia de terrenos en la forma más económica posible y no gastando considerables sumas en los roces y destroncamientos, como sucede actualmente en la región boscosa del país.

En el bosque virgen se puede estimar una existencia aproximada de 100 toneladas de madera seca por hectárea. Para

una explotación anual de 10.000 toneladas de azúcar en bruto, se necesitarían alrededor de 20.000 toneladas de madera seca, correspondientes a una superficie de 200 hectáreas anuales, o sean 2 000 hectáreas en 10 años, lo que corresponde a 20 Km². Esto es, contando la madera necesaria para combustible. El radio de 20 Km² de superficie es 4,5 Km. y la distancia media de transporte sería entonces 3,2 Km. En consecuencia, una concentración de la madera sería fácil de realizar.

Estas demostraciones, sumadas a la necesidad que tenemos de producir azúcar nacional, dan importancia al estudio que debería emprenderse con mayores detalles de esta industria, a fin de hacer posible su instalación en el país.

A juicio del suscrito, deberían proseguirse los estudios, aun necesarios, para este ante-proyecto, y deberían abarcar los siguientes puntos principales:

1.º) Enviar a la Bergius Gesellschaft, Mannheim, (Alemania) muestras de las diferentes maderas nacionales a fin de determinar su aptitud y rendimientos en la sacarificación. Estos estudios han sido ofrecidos gratuitamente por la Sociedad en referencia.

2.º) Estudiar la posibilidad de construir en el país el máximo de los elementos y aparatos necesarios, con ayuda de planos de firmas especialistas extranjeras, a fin de reducir los pagos al exterior, el capital inmovilizado, y, por lo tanto el costo del azúcar.

3.º) Estudiar la ubicación más adecuada para la industria, considerando principalmente el abastecimiento regular y económico de la materia prima y la distribución de los productos elaborados.

RENTABILIDAD Y COSTO DEL AZÚCAR DE MADERA

Capacidad y producción.

8.000 tons. azúcar de madera en bruto.
4.400 tons. azúcar cristalizada.
2.000.000 lts. alcohol = 4.000 tns. azúcar bruto.

Capital inmovilizado.

Maquinaria e instalaciones azúcar.....	\$ 8.000.000.00
Id. alcohol absoluto....	2.000.000.00
Edificios y terrenos.....	1.500.000.00
Imprevistos.....	500.000.00
	<hr/>
	\$ 12.000.000.00
Capital en giro (4 meses)	600.000.00
	<hr/>
CAPITAL TOTAL....	\$ 12.600.000.00
	<hr/> <hr/>

GASTOS DIRECTOS POR TONELADA AZÚCAR BRUTO

Madera seca 1.1/2 tons. \$ 10.00	
tonelada.....	\$ 15.00
Acido clorhídrico de 40%.105	
kg. a \$ 1.00.....	105.00
Ingredientes químicos varios...	11.00
Combustible 120 kg. carbón a	
\$ 120.00 ton.....	14.40
	<hr/>
	\$ 145.40
Imprevistos 10%.....	14.50
	<hr/>
Por tonelada azúcar bruto....	\$ 159.90
	<hr/>
	o sean \$ 160.00
	<hr/> <hr/>

GASTOS INDIRECTOS ANUALES		4.000 tons. azúcar bruto	
		a \$ 485.00.....	\$ 1.940.000.00
60 operarios a \$ 2.400.00		Gastos de cristalización	
cada uno.....	\$ 144.000.00	\$ 110.00/ton.....	440.000.00
Sueldos.....	140.000.00		<hr/>
Gastos oficina.....	24.000.00		\$ 2.380.000.00
Ley 4054 y acc. 4,5 %		$\frac{2.380.000}{4.400} =$	\$ 540.00 por tonelada de
sobre \$ 144.000.....	6.480.00		azúcar cristalizada.
Ley EE. PP. 5 por cien-		Producción 1.920.000 lts. alcohol de	
to s/\$ 140.000.....	7.000.00	99,8° G. I.:	
Amortización edificio 5 %		4.000 tons. azúcar bruto	
s/\$ 1.500.000.00.....	75.000.00	a \$ 485/ton.....	\$ 1.940.000.00
Amortización maquinaria		Gastos destilac. \$ 0,25/1	486.000.00
10 % s/\$ 10.500.000....	1.050.000.00		<hr/>
Reparaciones maquinaria			\$ 2.426.000.00
4 % a/\$ 10.500.000....	420.000.00	$\frac{2.426.000}{1.920.000} =$	\$ 1.29 por litro alcohol
Interés capital 6 por cien-			deshidratado.
to s/\$ 12.000.000....	720.000.00		
Impuestos varios, (bien-			
es raíces, etc).....	10.000.00		
	<hr/>		
TOTAL.....	\$ 2.596.480.00		

$$\frac{2.596.480}{8.000.000} = 325.00 \text{ por tonelada azúcar bruto.}$$

COSTO TOTAL POR TONELADA AZÚCAR
BRUTO

Directo..... \$ 160.00
Indirecto..... 325.00

TOTAL..... \$ 485.00

AZÚCAR CRISTALIZADA Y ALCOHOL

Producción 4.400 tons. azúcar cristalizada:

RENTABILIDAD

Venta:

4.400 tons. azúcar de madera
a \$ 1.30..... \$ 5.720.000
1.920.000 lts. alcohol deshidratado a \$ 1,50/1 2.880.000

\$ 8.600.000

Costo.

4.400 tons. azúcar cristalizada. \$ 2.380.100
1.920.000 lts. alcohol deshidratado..... 2.426.000

\$ 4.806.000

UTILIDAD BRUTA..... \$ 3.794.000

Impuestos:
2% s/venta..... \$ 172.000

UTILIDAD..... \$ 3.622.900

\$ 350.850. s/renta \$ 2.000.000

405.500. s/venta 1.622.000

\$ 756.350 \$ 756.350

UTILIDAD NETA..... \$ 2.865.650

Esta utilidad líquida corresponde al 23.8% del capital total invertido.

NOTA.—En la rentabilidad no se han contado 400 toneladas de ácido acético comercial que resulta directamente como subproducto y que tiene un valor de más de \$ 2.000.00 por tonelada en el mercado mundial, o sean \$ 800.000.00 de mayor entrada para la industria.