

Fabricación de alcohol etílico para carburante por sacarificación de la madera

EN Junio del año pasado tuve ocasión de referirme, en esta misma revista, a las ventajas técnicas y económicas que significa el empleo de bencina mezclada con alcohol deshidratado hasta en proporción de 25 %, para los motores de combustión interna.

La importación media anual de bencina fluctúa en épocas normales alrededor de 100 millones de litros, cantidad que, por falta de letras para adquirirla, ha sido reducida en la actualidad a más o menos 60 millones, pero que no alcanza a abastecer la demanda que hay de este combustible.

Ahora más que nunca debe interesarnos la sustitución de combustibles importados por nacionales y en especial la bencina, dadas las dificultades referidas y el alivio que representaría para la economía nacional el poder prescindir del pago de millones de pesos que emigran anualmente al extranjero por este capítulo.

Parte de la nafta que se consume en camiones y tractores podría ser substituída por gas pobre, gas de alumbrado u otros combustibles, pero el consumo en automóviles de arriendo y particulares, atendiendo a razones técnicas y de estética, no sería practicable mediante el empleo de un combustible que no sea líquido, sin acarrear considerables perjuicios a los dueños de vehículos, y como combustible ideal cabría considerar el alcohol deshidratado adicionado a la bencina.

Si aceptamos una importación anual de sólo 60 millones de litros de bencina, habría cabida para adicionarle 15 millones de litros de alcohol fabricado a base de productos del país. Esta posibilidad no sólo significa una mayor independencia económica para la nación, sino también un gran incremento de la producción de alcohol, que hasta ahora no había podido desarrollarse por falta de mercado, y que en la actualidad apenas alcanza a 4.5 millones de litros, que se destinan en su mayoría a la bebida y para quemar.

Este excelente carburante aun no ha sido destinado a ser mezclado con la bencina, debido a que su producción es insuficiente y a que en el país no existen las instalaciones necesarias para deshidratarlo, condición de pureza necesaria para que produzca un buen resultado en las máquinas. Pero esta dificultad ya ha sido

subsana, pues sabemos que las Refinerías de Azúcar han encargado dos plantas industriales capaces de deshidratar más de 4 millones de litros al año.

Fuera de las exigencias de pureza con que debe cumplir un alcohol carburante, es también condición previa que su precio sea económico y en ningún caso mayor al de la bencina pura, para que su empleo no represente una carga para el consumidor. Esta condición es la más difícil de reunir en Chile a causa de que casi todas las fuentes que se explotan para la producción de alcohol, suministran un producto muy caro para ser destinado a carburante.

A continuación figuran las principales materias primas que se destilan en Chile, así como sus precios y rendimientos:

Producto	Precio aprox. por 100 kg.	Rendimiento alcohólico	Precio de la materia prima p. litro de alcohol
Maíz.....	60.—	35 %	\$ 1.70
Avena.....	40.—	20	2.—
Cebada.....	60.—	30	2.—
Trigo.....	60.—	35	1.70
Papas frescas.....	15.—	9	1.45
Orujos de uvas.....	5.—	4	1.25
Melazas (1).....	25.—	25	0.51
Subproductos molinos.....		variable	

Para obtener el precio de venta aproximado a que podría expendirse el alcohol proveniente de estas materias primas, habría que agregar alrededor de 50 centavos por litro por concepto de gastos de destilación, distribución y utilidad, con lo que el precio de venta resultante, en el mejor de los casos, no será inferior a un peso por litro.

Fuera de las melazas, las cantidades disponibles de las otras materias primas para este objeto serían muy reducidas, y como puede observarse en el cuadro antecedente, ninguna de ellas, con excepción de los subproductos de la molinería, estaría en condiciones de producir un alcohol a un precio conveniente.

Quedaría sólo por considerar la papa, denominada chanchera, que se produce principalmente en la región sur, y cuyo precio, que se puede estimar en \$ 4.— los 100 kg., permitiría obtener un alcohol adecuado para carburante. Pero también la producción de este alcohol estaría limitada por el cultivo de la papa comestible, y se calcula que no pasaría de 2 millones de litros al año. En consecuencia, ninguna de las materias primas nombradas podría servir para solucionar el problema del alcohol carburante, problema que, en resumen, consiste en producirlo en cantidad suficiente y a un precio económico que no sea mayor al del combustible importado. De manera que se necesitaría buscar nuevos recursos, que podrían consistir en productos agrícolas cultivados especialmente para la destilación, o mejor sería aprovechar la gran riqueza que nos ha brindado la naturaleza en los bosques vírgenes, cuya explotación podría producir, por sacarificación de la celulosa que contienen, cantidades ilimitadas de alcohol etílico.

(1) Según la Ley de Carburantes, que entrará el próximo año en vigencia, casi todo el alcohol de melazas, o sean alrededor de 2.5 millones de litros, deberá ser adicionado a la bencina.

La sacarificación de la celulosa se obtiene por hidrólisis con ácidos, que hacen el papel de catalizadores.

Este es un procedimiento que se conoce desde hace más de 100 años, desde que el químico francés Bracannot, consiguió transformar en azúcar (dextrosa) la celulosa de la madera mediante la acción de ácido sulfúrico concentrado. Desde entonces el problema de la sacarificación de la madera, así como su explotación práctica y económica han sido materia de constantes estudios de químicos e ingenieros, llegándose a establecer dos técnicas principales: hidrólisis con ácidos concentrados y con ácidos diluídos.

El método más moderno que emplea ácidos concentrados, en este caso el clorhídrico, es el de Rheinau Prodor, ensayado en Suiza en los últimos años. Por el hecho de utilizarse un ácido concentrado, los aparatos y maquinarias que requiere son numerosos y caros, pues se necesita que sean resistentes a la acción química y también deben estar dotados de elementos recuperadores dada la gran cantidad de ácido que se consume. Además, se necesitan aparatos para desmenuzar la madera y secarla previamente para que su contenido natural de humedad no diluya la acidez.

Según este sistema, ha sido posible obtener hasta 25 litros de alcohol por 100 kg. de madera seca. Pero a pesar de este alto rendimiento, la sociedad que lo explotaba no pudo hacerlo rentable, y llevaba gastados, en 1925, más de 5 millones de francos, hasta que en 1928 se produjo su paralización. Parece que la principal causa fué de que no se encontró un material que resistiera a la acción del ácido concentrado.

NUEVO PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR ECONÓMICAMENTE ALCOHOL ETÍLICO DE LA MADERA

Por deficiencias técnicas, ninguno de los procedimientos que se habían propuesto hasta ahora para solucionar este problema, habían pasado los límites de ensayos industriales; pero últimamente hemos tenido amplias informaciones de que ha sido resuelto en forma satisfactoria por medio del procedimiento alemán de *Scholler-Tornesch*.

Con ácidos diluídos se ha trabajado en Alemania y especialmente en Norte América, donde los químicos Ewen y Thomlison desarrollaron un procedimiento que explotó la Standard Alcohol C.° de Chicago, procedimiento que en forma parecida fué utilizado en Alemania durante la guerra, época en que se instalaron varias fábricas a fin de poder cubrir las necesidades de glicerina para explosivos. Después del armisticio todas estas fábricas se clausuraron, no tanto por la falta de aprovechamiento del alcohol sino por los bajos rendimientos que obtenían, pues ellos no alcanzaron en ningún caso arriba de 9 litros de alcohol por 100 kg. de madera.

En 1928, el químico alemán Scholler, comenzó a estudiar la sacarificación de la celulosa con ácidos diluídos llegando a obtener resultados sorprendentes en sus investigaciones.

En contraposición a la creencia común de que en el proceso de la sacarificación se produce con el tiempo un equilibrio químico, que representa la obtención

máxima de azúcar fermentescible, demostró Scholler que según las condiciones de la reacción el azúcar que se formaba comenzaba inmediatamente a transformarse, a lo cual debían atribuirse los rendimientos pobres que se habían obtenido hasta ahora. Pero sólo en 1926 le fué posible encontrar el medio que impidiera la transformación del azúcar obtenido y así llegó a obtener rendimientos altos y sin los inconvenientes que presenta el empleo de ácidos concentrados.

El principio del procedimiento Scholler es como sigue: Agua débilmente acidulada con ácido sulfúrico (0.4%) se hace pasar continuamente y a cierta velocidad, a 170° C. y a una presión de 8 atmóferas a través de material celulósico, arrastrando a su salida del recipiente de reacción el azúcar que se forma durante el proceso de sacarificación, de tal manera, que éste no tiene tiempo de volver a transformarse. Esta nueva técnica se denomina percolación a presión con ácidos diluidos. La temperatura, la concentración del ácido, el tiempo de reacción así como la velocidad con que el ácido diluido debe pasar a través del material celulósico, deben ser regulados entre sí en forma determinada a fin de alcanzar un buen resultado. De 100 kg. de madera seca europea se obtienen por este sistema rendimientos de 25% en alcohol de 100° y alrededor de 60 kg. de lignina, cantidad casi suficiente para cubrir toda la demanda de combustible del procedimiento.

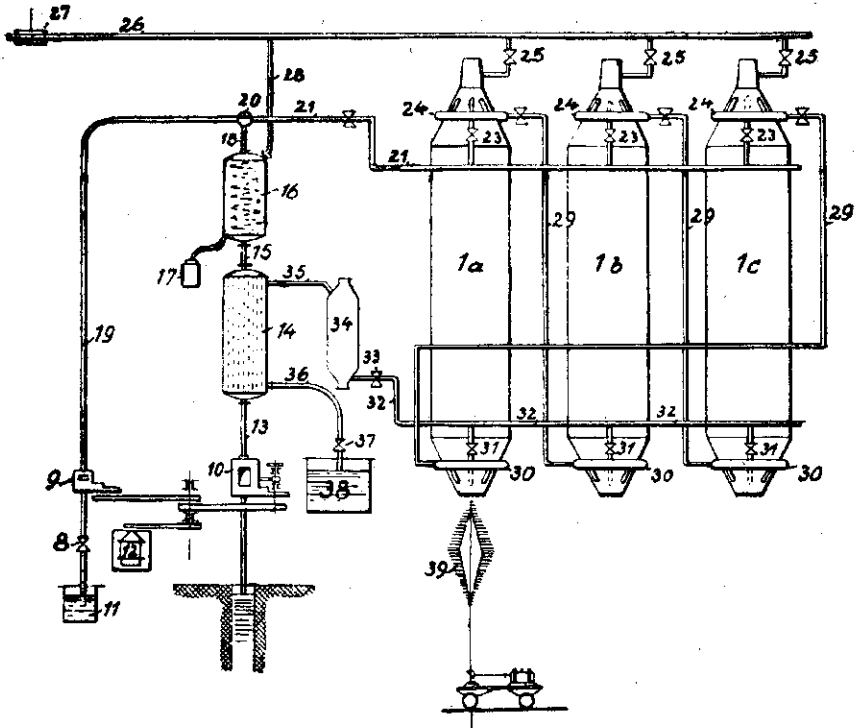
La Fábrica de alcohol de Tornesch en Holstein (Alemania) se ha encargado de llevar este procedimiento a la práctica en escala industrial, de donde proviene el nombre por el cual se le denomina actualmente: Procedimiento Scholler-Tornesch. Realizar este proyecto demoró varios años, durante los cuales se fué ensayando instalaciones cada vez mayores, hasta llegar a la instalación actual, cuyos resultados han sido tan satisfactorios que sus empresarios considerándolos maduros para la publicidad los han dado a conocer por intermedio de químicos eminentes como el Prof. Lüers y el Dr. Rassow en las principales revistas de química de los primeros meses de este año y de cuyos informes se han tomado los datos más importantes para esta exposición.

Los inmensos progresos que ha traído este procedimiento residen en la sencillez de sus operaciones y aparatos, que han permitido bajar el precio de costo de del alcohol etílico a más de la mitad en comparación con cualquier otro sistema usado en la actualidad. (1)

Según el doctor Lüers, la instalación en Tornesch, es la que figura en el esquema adjunto y cuyo funcionamiento se describe a continuación.

Los percoladores la, lb y lc tienen una altura cilíndrica de 10 m. y un diámetro de 1.6 m. los dos primeros y 1.8 m. el último. Uno de los percoladores está revestido de plomo interiormente y los otros con materiales antiácidos. La capacidad del que lleva revestimiento de plomo es de 25,000 y la de los otros de 20,000 litros. En el cono inferior tiene cada percolador un filtro antiácido, con el objeto de separar los jugos azucarados de los residuos. Para preparar el líquido percolador existen la bomba antiácida 9 y la bomba de agua 10. Ambas son accionadas por el motor 12. La bomba de ácido se alimenta con ácido sulfúrico de 40% del reci-

(1) Las Distilerías des Deux Sevres en Francia tienen un procedimiento que emplea, parece que con éxito, ácido fórmico como hidrolizador, pero sus resultados aun no han sido dados a la publicidad.



piente 11. Por medio de la bomba de agua 10 se pasa agua con una presión de 10 at. a través del calentador 14, en el cual se calienta por contracorriente con el calor que desprende al enfriarse el líquido azucarado que sale del percolador. El agua con 150° de temperatura pasa por la cañería 15 del calentador 16, donde con ayuda de vapor se le da el calor necesario para la reacción (160-190° C).

Por medio de la cañería 18 llega el agua caliente al inyector 20, donde se le agrega el ácido de 40%. Las bombas de ácido y de agua, están reguladas en tal forma que el líquido percolador resultante sólo obtiene la cantidad de ácido necesaria (0.2-0.6%). Este líquido hidrolizador pasa a la cañería de distribución 21, a las válvulas 23 y en seguida a los distribuidores anulares 24, para entrar en los percoladores.

Después de haber pasado a través de los percoladores y haber transformado la celulosa en azúcar (dextrosa), el líquido azucarado pasa a través del filtro a la cañería 32 y al neutralizador 34, a fin de detener la acción del ácido. El líquido neutralizado es llevado entonces al calentador 14 para enfriarse y dar su calor al agua que servirá para preparar el ácido diluido, y por último se guarda en el depósito 38 de donde se extrae para fermentarlo y en seguida someterlo a la destilación.

Como materia prima se utilizan en Tornesch, despuntes, aserrín y toda clase de desperdicios de madera.

Los rendimientos obtenidos son los siguientes: 40% de azúcar fermentable referido a madera seca, lo que en promedio corresponde a 24 litros de alcohol por 100 Kg. de madera seca.

COSTO DE PRODUCCIÓN

Con un capital total aproximado de 4.5 millones de pesos de 3 d. se pueden producir anualmente 4.3 millones de litros de alcohol, cantidad que equivale a tratar 60 tons. diarias de madera. A continuación se da un cálculo de costo del alcohol, basado en las cifras de los informes de los Doctores Lüers y Rassow. Los precios de los materiales y otros consumos, así como los gastos generales, han sido calculados al cambio actual y adaptados a las condiciones chilenas.

COSTO DIRECTO POR LITRO DE ALCOHOL

Materias primas.

	Por litro:	
1 Tonelada madera seca (1) (desperdicios): 240 l. alcohol = \$ 8.00.....	\$ 0.033.—	
40 Kg. H ₂ SO ₄ a \$ 0.60 = \$ 24.....	0.100.—	
30 M ³ agua a 0.10 = \$ 3.....	0.012.—	
40 Kg. Ca CO ₃ a \$ 0.20 = \$ 8.....	0.033.—	
Sulfito para mejorar fermentación.....	0.040.—	
Sulfato de amonio y malta.....	0.025.—	0.243

Combustible:

Percolación y calentamiento.....	500 Kg. vapor
Presión en el percolador.....	300 » »
Destilación.....	1 500 » »

Total vapor..... 2.300 Kg. »

Por tonelada de madera se obtienen 600 Kg. de lignina con 50% agua y 2.000 calorías equivalentes a 2000Kg. vapor

2.000 Kg.

Vapor extra..... 300 Kg.

que corresponden a 50 Kg. carbón a \$ 10 Kg. = \$ 5
por ton. madera..... 0.022

Fuerza:

Está incluida en el gasto de combustible.....

Mano de obra:

24 hombres a \$ 10.— = \$ 240 por 14.400 l..... 0.017

\$ 0.282

Imprevistos 10%..... 0.028

Costo directo por litro..... \$ 0.310

(1) El precio de la madera variará, naturalmente, según la ubicación de la usina y la calidad que se emplee.

COSTO INDIRECTO ANUAL = 4.300.000 LITROS

Sueldos.....	\$ 120.000.--
Amortización maq. 10 % s/3.600.000.....	360.000.--
> edificios 6 % s/200.000.....	12.000.--
Interés capital 5 % s/4.500.000.....	270.000.--
Reparaciones y repuestos.....	100.000.--
Seguros contra incendio.....	30.000.--
Leyes sociales.....	10.000.--
Impuestos y contribuciones.....	25.000.--
Imprevistos 5 %.....	47.000.--
	<hr/>
Costo indirecto.....	\$ 975.000.--
Por litro de alcohol: \$ 0.226.	

COSTO TOTAL POR LITRO

Directo.....	\$ 0.310
Indirecto.....	0.226
	<hr/>
Total.....	\$ 0.536 puesto en fábrica.

Asignándole al capital total invertido una utilidad de 20%, y suponiendo que la fábrica estuviera ubicada en el sur, el precio de venta a que podría entregarse este alcohol en plaza, (Valparaíso, Santiago), sería el siguiente:

Costo.....	\$ 0.536
Utilidad.....	0.208
Transporte.....	0.100
	<hr/>

Precio venta..... \$ 0.844 o sea un precio muy conveniente para carburante, pues produciría un abaratamiento considerable de la mezcla con bencina.

Comparando los costos del alcohol que podemos producir de materias primas agrícolas, con el que se fabrica de madera por el procedimiento descrito, llegamos a la conclusión de que, siempre que las maderas del país den buenos rendimientos, éste será el medio más conveniente que podemos elegir para fabricar alcohol carburante en grande escala y a precios económicos.

Podemos suponer que los rendimientos que darán algunas maderas chilenas han de ser muy parecidos al de las alemanas, pero para hacer un estudio definitivo sobre la conveniencia de instalar en el país el procedimiento Scholler-Tornesch, sería necesario enviar muestras de las maderas más abundantes a Alemania, a fin de que sean ensayadas prácticamente en las instalaciones especiales que tiene la firma dueña del procedimiento.

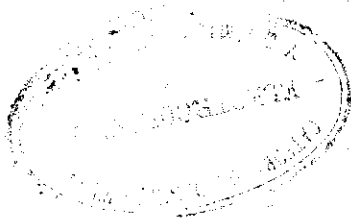
El precio que se ha calculado para alcohol corriente puede aceptarse también para el deshidratado, pues son operaciones éstas, que a pesar de tener diferentes

técnicas demandan igual gasto, al tratarse del empleo de aparatos modernos que estén en condiciones de deshidratar el alcohol directamente, partiendo de mostos de baja graduación.

Una posible competencia para las destilerías que funcionan actualmente no habría por qué temer, desde el momento en que se dispusiera que todo el alcohol etílico de maderas, debería ser destinado para carburante u otros usos industriales.

Esperamos que la divulgación de estos datos contribuya a realizar estudios completos para crear esta industria en Chile, que con el correr del tiempo, podrá llegar a adquirir proporciones ingentes, disminuyendo los éxodos de capitales hacia el extranjero, aprovechando materias primas a las que actualmente se saca poco o ningún provecho y creando una nueva industria nacional que contribuirá al mejoramiento de nuestro problema económico y social, dando trabajo a un número importante de individuos.

Stgo., 21 de Noviembre de 1932.



NOTA.—Los que deseen obtener informaciones más completas sobre el procedimiento Scholler-Tornesch, podrán hacerlo dirigiéndose al Ingeniero señor Gunther Haring, Valparaíso, casilla 28 V, quien se encuentra de paso entre nosotros y trae la misión de estudiar de cerca en Chile el problema que hemos tratado.