

# ANALES

DEL INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

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

COMISIÓN DE REDACCIÓN:

Don Raúl Simon (Presidente de la Comisión),  
Don Marcos Orrego P., Don Carlos Krumm,  
Don Walter Müller y Don Luis Ruiz Fernández.

---

---

Año XXXI



Junio de 1931



Núm 6

---

---

Ing. Gustavo Vicuña C.

## Alcohol como combustible para automóviles

A propósito del proyecto de Ley destinado a hacer obligatoria la adición de alcohol a la bencina usada en motores de combustión interna, que actualmente se discute en las Cámaras, se ha estimado oportuno presentar algunos aspectos del estudio correspondiente, realizado por el suscrito en el Departamento de Industrias Fabriles, a fin de dar a conocer los resultados que a este respecto se han obtenido en otros países.

**E**L gran desarrollo que han alcanzado en los últimos años el automovilismo y la aviación, y el aumento constante que hay en el consumo de petróleo crudo, han hecho surgir la justificada pregunta, si la existencia de petróleo será suficiente para el abastecimiento de la demanda de este combustible y para cuánto tiempo más se podrá contar con esta importante fuente de energía.

Algunos autores calculaban en 1926, que los depósitos de petróleo actuales estarán agotados de aquí a 25 años. Posiblemente las existencias de este combustible sean mayores de lo que se les supone, pero seguramente llegará también el día en que no alcanzarán a

satisfacer las necesidades del consumo, dadas las proporciones en que éste crece.

En presencia de una tal eventualidad y considerando el problema de la independencia económica nacional, muchos países han dedicado su atención a buscar, dentro de sus dominios, substitutos para el petróleo, y en primer término se ha pensado en el alcohol, que es susceptible de ser producido en cantidades casi ilimitadas en todas las regiones del mundo que sean aptas para cultivos.

Las primeras iniciativas en este sentido, que datan desde hace más de veinte años, fueron objeto de numerosos ataques que tendían a desacreditar los primeros resultados satisfactorios, señaladores de futuras proyecciones para el

empleo del alcohol en motores de combustión interna. Entre las objeciones formuladas en contra de este empleo del alcohol, figuró en primer término la diferencia de poderes caloríficos entre este combustible y la nafta. Después de muchas experiencias y demostraciones prácticas, se ha llegado a establecer definitivamente por lo menos en Alemania, Suecia, Francia y otros países europeos, que han adoptado como carburante nacional alcohol mezclado a la bencina, que el alcohol debidamente incorporado a la nafta da resultados, por lo menos tan buenos como la bencina pura.

Este hecho haría tal vez innecesaria la siguiente exposición, pero como en nuestro país últimamente se han formulado las mismas dudas aparecidas en un principio en Europa, estimamos de interés referirnos en especial al punto principal de las objeciones formuladas, o sea el rendimiento del alcohol en los motores de combustión.

En efecto, 1 kg. de nafta tiene un poder calorífico inferior de 10,200 calorías en promedio. En cambio 1 kg. de alcohol deshidratado (99.8° G. L.) alrededor de 6,376 calorías. Comparando estos valores, hay una marcada diferencia en contra del alcohol. Pero la comparación hecha en esta forma no es exacta, dado que lo que introducimos en el cilindro del motor, cuando empleamos bencina pura, no sólo es bencina, sino una mezcla de aire más bencina, y lo mismo cuando empleamos alcohol puro, introducimos aire más alcohol. Es, pues, necesario comparar el rendimiento de cada una de estas dos mezclas.

#### PODER CALORÍFICO DE LA CILINDRADA

Tomando primeramente el caso de la bencina, podemos decir que ésta se compone de una mezcla de hexano, heptano

y octano, y para nuestro cálculo supondremos que sea heptano puro.

La combustión completa de una molécula de heptano se efectúa según la siguiente ecuación:

$$C_7 H_{16} + 11 O_2 = 7 CO_2 + 8 H_2 O,$$

de la cual se deduce que: 100 gr. de heptano requieren para su combustión perfecta 352 gr. de oxígeno, que equivalen a 264 ltrs. de oxígeno a 15°, los que corresponden a: 1,257 ltrs. de aire.

Por otra parte la molécula gramo de heptano ocupa aproximadamente 22 ltrs., por tanto, 100 grs. de nafta formarán una mezcla de:

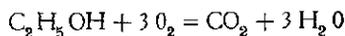
1,257 + 22 = 1,279 ltrs., o sea que cada m<sup>3</sup> contendrá:

$$100 : 1,279 = 77,2 \text{ gr. de combustible.}$$

Ahora bien, el poder calorífico inferior es considerado para el heptano en 10,659 calorías por kg. más 67 cal. del calor latente de vaporización son 10,726 cal/kg., por consiguiente cada m<sup>3</sup> de la mezcla de heptano y aire que contiene 77,2 gr. producirá:

$$\frac{10726 \times 77.2}{1000} = \boxed{828,04 \text{ calorías}}$$

Si hacemos el mismo cálculo para el alcohol etílico, obtenemos el siguiente resultado:



De esta ecuación se deduce que 46 gr. de alcohol etílico necesitan para su combustión completa 96 grs. de oxígeno, que equivalen a 72 ltrs. de oxígeno que corresponden a 342.85 ltrs. de aire, o sea que cada m<sup>3</sup> contendrá 126.07 gr. de combustible.

El poder calorífico inferior del alcohol deshidratado es de 6,376 cal./kg. más 191.3 cal. de calor latente de vaporización = 6567,3 cal., por consiguiente el m<sup>3</sup> de la mezcla de alcohol y aire, nos dará:

$$\frac{6567,3 \times 126,07}{1000} = \boxed{827,47 \text{ calorías}}$$

*o sea un rendimiento prácticamente igual al de la nafta de mejor calidad.*

El alcohol tiene además una gran superioridad sobre la bencina y es que permite una compresión mucho mayor sin dar origen a detonación. Pero tiene, en cambio, ciertas características motrices que no hacen posible su aprovechamiento perfecto sin efectuar modificaciones en los motores actuales, que están contruidos especialmente para el uso de bencina.

Debido a esta circunstancia, los ensayos se orientaron en el sentido de aprovechar el alcohol en la forma más completa posible en los motores de automóviles actuales, mezclándolo a la bencina en forma que no perdiera su cualidad como antidetonante y sin que para ello se necesitara modificar la regulación de las máquinas.

Las primeras experiencias fueron realizadas con alcohol corriente de 95°, pero como éste contiene 5% de agua, se presentaron dificultades para obtener mezclas homogéneas con la bencina, dada la característica de separarse que presenta el alcohol hidratado. Este inconveniente fué subsanado con ayuda de medios de homogenización como benzol y éter.

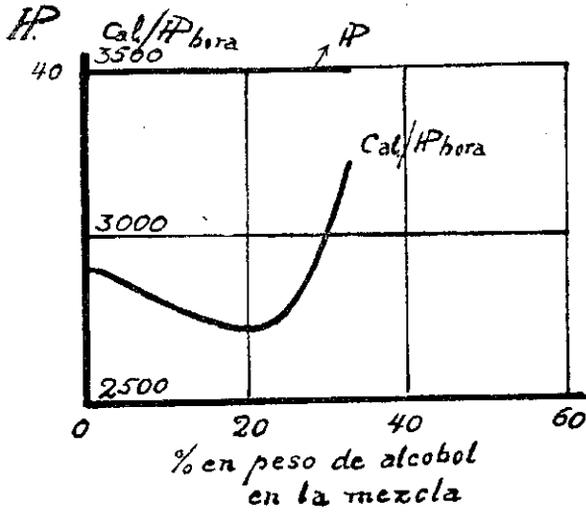
Las experiencias con alcohol-bencina, mezclados en diferentes proporciones y con un pequeño agregado de éter, demostraron bien pronto que el mejor resultado se obtenía con una mezcla de

70-80% de bencina y 30-20% de alcohol. Esta mezcla desarrollaba la misma potencia con un consumo prácticamente igual al de la bencina y sin que fuera para ello necesario transformación alguna en los motores. Sin embargo, su resultado práctico no tuvo el mismo éxito, debido a que, en muchos casos se producía la separación de sus componentes y el contenido de agua del alcohol originaba corrosiones anormales en los motores. Conociéndose el origen de estas dificultades, se procedió a ensayar mezclas con alcohol prácticamente absoluto o sea deshidratado hasta 99.8° G. L.

Los resultados obtenidos con alcohol deshidratado han superado todas las expectativas, pues, además de haber desaparecido con la eliminación del agua toda posibilidad de destrucción anormal en los motores, las mezclas que se obtienen de él con bencina son estables y homogéneas hasta a temperaturas bajas, sin necesidad de recurrir para ello a medios de estabilización como éter u otros, que además de encarecer la mezcla han resultado perjudiciales.

Entre las experiencias más recientes, podemos citar las dadas a conocer en Berlín en 1930 por el profesor sueco E. Hubendick, quien expuso lo siguiente, sobre el rendimiento de las diferentes mezclas alcohol-bencina: «Si comparamos el rendimiento constante de un motor de 40 HP., usando alcohol y bencina en diferentes proporciones, vemos que el consumo de calorías por HP., h disminuye conjuntamente con la proporción de alcohol en la mezcla y aumenta el rendimiento en la forma que se puede observar en el gráfico que se acompaña.

«Un máximo de rendimiento se obtiene con la proporción de 20% de alcohol. En seguida aumenta rápidamente el consumo de calorías. Más o menos con 28% de alcohol, el consumo de calo-



rías es igual que con el uso de bencina pura. En mezclas con más de 28% el consumo de calorías aumenta rápidamente».

Otras objeciones más o menos triviales como, el peligro de que el alcohol pueda disolver el barnizado de los coches o que la partida de los motores se dificulta, han sido completamente desvanecidas, pues no tienen valor al emplearse el alcohol en las condiciones indicadas.

Estas experiencias, que han sido confirmadas por otros autores, como: Dr. K. R. Dietrich de Berlín, Chemiker Zeitung, Abril 1931; Dr. Uhlmann de Alemania, Julio de 1930; M. Aubert, París 1924, les Combustibles Liquides; Ricardo, Londres y muchos otros más, han demostrado definitivamente que en los motores actuales de automóviles se puede usar ventajosamente el alcohol deshidratado hasta en proporción de 28% en mezcla con la bencina.

Así se explica que el alcohol adicionado a la nafta haya logrado introducirse

en los países y en las proporciones que a continuación se indican;

	Alcohol absoluto	Bencina
Francia.....	10%	90%
Polonia.....	30 »	70 »
Hungría.....	25 »	75 »
Alemania.....	20 »	80 »
Suecia.....	25 »	75 »
Brasil.....	10 »	90 »

En Chile se consumen anualmente 100.000.000 de litros de bencina en promedio, y la actual producción de alcohol apenas alcanza a 4½ millones, de manera que dentro del límite conveniente habría margen para consumir una cantidad de alcohol siete veces mayor a la producción actual, trayendo consigo considerables ventajas para la agricultura, industria y economía general del país.

Santiago, Junio de 1931.