

Por el Profesor de Química Biológica y Bromatología de la Universidad Central —

✓ Sr. Dr. Dn. Julio Aráuz —

✓ **Los carburantes a base de alcohol etílico, y en especial la mezcla alcohol-acetona-acetileno —**



ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

CONFERENCIA SUSTENTADA EN LA UNIVERSIDAD CENTRAL A LOS MIEMBROS DE LA SOCIEDAD «ESTUDIOS TÉCNICOS», EL 20 DE DICIEMBRE DE 1932 —

SEÑORES:

Los jóvenes universitarios que componen la Sociedad de «Estudios Técnicos», han tenido la feliz iniciativa de inaugurar una serie de conferencias de carácter científico-industrial. Tal idea, por demás laudable, podía tener mayor resonancia y ser mejor recibida, si en medio del acierto con que han obrado al pensar así, hubieran tenido la habilidad de escoger, para dar principio, a alguien cuya personalidad tuviera el ascendiente de un alto saber y una historia meritisima de labor científica.

Al inaugurar, pues, el ciclo de conferencias a que he aludido, ~~primero~~amente, quiero expresar mi reconocimiento a todos los miembros de la ~~simpática~~ corporación que me apadrina, por haber deseado que fuera el que habla quien abriera la puerta del escenario, en el que aparecerán consecutivamente nuestros mejores profesores de la Central.

Ante tan significativo pedido de los señores estudiantes, no podía sino acceder, tanto más, cuanto que, extremando su gentileza, no ha mucho, tuvieron la cortesía de exteriorizarme su afecto nombrándome socio honorario de su progresista agrupación.

En conocimiento, sin duda, de que algún día trabajé sobre los combustibles a base de alcohol, han querido que hoy desarrolle este tema que, a decir verdad, no es de los que ahora me preocupan mayormente, porque, a pesar de ser exacto que hace algunos años fue un problema que me entusiasmó y aún cautivó, las circunstancias hicieron que se me convirtiera en un asunto pesado, por no decir enojoso y que, por consiguiente, lo abandonara con todo mi beneplácito. De aquí se desprende que para hacer mi exposición, he tenido el trabajo de desempolvar mis papeles archivados y de ponerlos, más o menos al día, para no pecar de anticuado; pero, con todo, tengo que advertir que la parte estadística no he podido rehacerla con datos frescos, ya porque esta clase de labor no se hace de un día para otro, ya también, porque en la actualidad no dispongo de la colaboración de las personas que otrora me ayudaban.

Los trabajos de que hablo datan del año 1925 y empezaron como consecuencia de una consulta que, a raíz de la transformación de Julio, me dirigiera la Junta Militar de entonces, en oficio N°. 154 del 27 de agosto de aquel año memorable. La consulta se refería a la posibilidad de expedir un decreto que facultara a quien quiera, la fabricación de alcohol industrial y, por otro lado, se me pedía mi parecer acerca de la sustitución de la gasolina por el alcohol en los motores de explosión. La Junta cifraba grandes esperanzas en ese cambio, fundán-

dose en ciertas experiencias, de las que decía tener conocimiento y que las habían realizado en Guayaquil los cessionarios del Estanco de Aguardientes, por medio de las cuales habían logrado hacer marchar con éxito admirable los motores de gasolina, valiéndose pura y simplemente del alcohol.

Mi colega Enrique Torres había recibido la misma consulta y como nos juntáramos para estudiar el punto, la respuesta firmada por los dos fué entregada al Secretario de la nombrada Junta en comunicación del 31 de agosto de 1925; luego después el semanario «El Sol», que entonces se publicaba la dió a conocer al público en su número 31 del 5 de setiembre del propio año.

La obra prosigió durante el curso del año siguiente, en el que, después de ensayar muchas mezclas de las conocidas e ingeniar algunas fórmulas que no figuran en los tratados especiales, llegué a imaginar una que me pareció aceptable para el Ecuador y terminé haciéndola patentar como novedosa y eficaz. No creo que la receta en cuestión entrañe un invento en el sentido estricto de la palabra, pero como en ella se encierra una pequeña dosis de trabajo personal, en alguna ocasión hasta he tenido la pueril jactancia de llamarla así, aunque en verdad, no sea sino una variante de muchas cosas conocidas, porque, hay que advertir pue el problema no es nuevo, muy al contrario, ha sido estudiado y solucionado en muchísimos países; de suerte que, cualquiera persona que intente dedicar actividades al asunto, o bien tiene que repetir las experiencias realizadas o por lo menos, caminar en un terreno que ha sido ampliamente explorado. La conveniente solución del problema, en la hora actual no estriba en concebir nuevas fórmulas porque ya las tenemos a decenas, con la particularidad de que todas se parecen, sino, más bien, en escoger entre las existentes alguna que económicamente convenga al país en el que se la quiera implantar. El problema es, pues, simplemente un problema de costo, ya que todas las recetas, unas más que otras, pero todas, hacen marchar los motores de explosión interna. El alcohol es un carburante de defensa para los países que no poseen petróleo, es un carburante de reemplazo muy digno de tomárselo en cuenta siempre que se lo pueda obtener a bajo precio, esto es, más bajo que la gasolina ya que a igualdad perdería en la lucha, porque al transformarlo en trabajo, su rendimiento es inferior al de cualquiera de los hidrocarburos.

El problema consiste en reemplazar, parcial o totalmente la gasolina, carburante ideal, por una porción de alcohol o de alguna otra substancia líquida y combustible de fácil producción en cualquiera parte del Globo y que, aunque nos dé menos energía que la legítima del petróleo, evite que los millones salgan al exterior. El alcohol, el éter, la acetona, son, por consiguiente, combustibles de defensa y creo que en este sentido se los debe estudiar y utilizar.

Para comprender mejor, fijemos la atención en el presente cuadro y sacaremos en limpio que sólo los hidrocarburos poseen una composición de elementos no oxidados, es decir, de moléculas que no han sufrido una combustión parcial; todas las demás substancias son ya algo quemadas, puesto que poseen oxígeno en su fórmula y se acercan, cuales más

cuales menos, a los productos finales:  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , que como tales son inutilizables para la producción de calor y por ende de trabajo:

	Fórmulas		Productos finales de la combustión
Derivados del petróleo.....	$\text{C}_{20}\text{H}_{32}$	+	$\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Alcohol metílico .....	$\text{H}_3\text{COH}$	+	$\text{O} \rightarrow \text{id.} + \text{id.}$
Alcohol etílico .....	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	+	$\text{O} \rightarrow \text{id.} + \text{id.}$
Eter sulfúrico.....	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$	+	$\text{O} \rightarrow \text{id.} + \text{id.}$
Acetona .....	$\text{CH}_3\text{COCH}_3$	+	$\text{O} \rightarrow \text{id.} + \text{id.}$
Aldehido fórmico.....	$\text{H}_2\text{CO}$	+	$\text{O} \rightarrow \text{id.} + \text{id.}$
Ácido acético.....	$\text{CH}_3\text{COOH}$	+	$\text{O} \rightarrow \text{id.} + \text{id.}$

Ahora bien, la química nos indica que todas las funciones orgánicas derivan de los hidrocarburos; y así, por oxidaciones repetidas, es decir, combustiones de éstos, tendremos consecutivamente los alcoholes, luego los éteres, los aldehídos, las cetonas y los ácidos: todos son el resultado de una oxidación cada vez más avanzada de los hidrocarburos iniciales y a cada paso que da la oxidación, el producto resultante pierde en fuerza latente porque se va acercando a los productos últimos:  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  que ya no arden. En una palabra, si se quema bruscamente el petróleo se obtiene de golpe  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , mas, si se lo quema con tino, como se puede hacerlo en un laboratorio, se van obteniendo productos de oxidación más pronunciada, pero, al final, los ácidos, por ejemplo, se convierten en  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . Por tanto, si encendemos convenientemente el petróleo en un motor, éste nos dará mucha energía, si pretendemos encender el  $\text{CO}_2$  y el  $\text{H}_2\text{O}$  no lo podremos, es decir, nos dará cero calor, y si queremos quemar los productos intermedios de la lista, obtendremos una cantidad de trabajo comprendida entre el máximo, que representan los hidrocarburos, y el cero que pertenece al  $\text{CO}_2$  y al agua.

Con el alcohol puro, especialmente, se han verificado medidas al respecto y se ha podido comprobar que para desarrollar con el alcohol la misma energía que con la gasolina, se requiere una vez y media más del primero que del segundo producto. El rendimiento se hace algo comparable, únicamente cuando a la mezcla explosiva —aire-alcohol— se la somete en el momento de quemarse a presiones muy elevadas; pero en este caso hay que advertir, que la realización de estas presiones cuesta dinero y que los aparatos en que éstas tienen lugar se deterioran pronto. En este punto quiero hacer referencia a experimentos que se mencionan en el Boletín N°. 43 del Departamento de Minas de los Estados Unidos y en los que se ve que el rendimiento del alco-

hol se aproxima al de la gasolina sólo en el caso de que aquél soporte grandes presiones:

Combustible	Compresión en Kls. p. C <sup>2</sup>	Gasto de combustible por caballo de fuerza, al fre- no por H.	En kilos	En litros
Gasolina	4.921	0,272	0,372	
id.	6.327	0,263	0,367	
Alcohol	4.921	0,435	0,530	
id.	12.665	0,322	0,394	
id.	14.061	0,308	0,375	

Ignoro si con los demás combustibles sustitutos de la gasolina se hayan efectuado experiencias análogas, pero como ningún cuerpo puede dar más de lo que su constitución química lo permite, es de concluir que, al realizarlas se comportarían todas de manera semejante. La inspección del siguiente cuadro nos pone de manifiesto que la cantidad de calor desarrollada por los hidrocarburos y por los compuestos oxigenados de éstos no es la misma a igualdad de peso, siendo mayor la de los primeros:

**ÁREA HISTÓRICA**  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

—C. desprendidas p. 1 Grm. quemado en el O.:—				
Acetileno.....	(hidrocarburo)	.....	12,180	
Petróleo .....	mezcla id.	.....	10,756	
Gasolina .....	Id. id.	.....	11,000	
Benzol .....	(hidrocarburo)	.....	9,961	
Eter.....	(Prod. oxigenado)	.....	9,028	
Acetona .....	Id. id.	.....	7,303	
Alcohol ordinario ..	Id. id.	.....	7,184	
Id. metílico ..	Id. id.	.....	5,307	

Conociendo estos datos, se puede calcular con alguna aproximación la cantidad de calor que produciría una mezcla de las diferentes substancias, porque cada cual aporta al volumen obtenido tan sólo el caudal que posee y la energía no puede ser creada. Y digo aproximadamente, porque en el caso de las mezclas, con frecuencia hay que tener en cuenta

la variación de volumen que experimentan, de lo que resulta que el volumen total no siempre es igual a la suma de los volúmenes de los componentes.

Tampoco hay que olvidar la utilización más o menos perfecta del calor producido. Este, en un aparato ideal debería convertirse íntegramente en trabajo; el motor, por consiguiente, debería permanecer frío, no trepidar, etc., y por otra parte, quemar totalmente el combustible que se le suministra. Pero aparatos ideales no existen, de suerte, que siempre se observa un desperdicio de la energía liberada por efecto de la combustión. Sin embargo, los motores modernos la utilizan en alto grado, pero siempre que sean construidos para un tipo determinado de combustible y así, los hay especiales para el petróleo pesado y para el liviano; en cuanto al alcohol puro, también se han construido para utilizarlo, aplicándolos de preferencia para los tipos fijos por la razón sencilla de que el alcohol sin mezcla es de difícil arranque.

También se construyen aparatos más o menos perfectos para quemar indistintamente hidrocarburos o alcohol, o para utilizar el alcohol éter o las diferentes mixturas que se elaboran.

De un modo general todos los motores de los automóviles son especializados para consumir gasolina, pero, con ligeras regulaciones pueden también ser alimentados con cualesquiera de las recetas a base de alcohol y de ahí que muchas de éstas se hayan difundido enormemente. No olvidemos con todo, que en un motor para esencias del petróleo son éstas las que quemarán con mayor eficiencia y que cualquier otro combustible que se introduzca ahí, se encontrará en un ambiente medio extraño. Y en cuanto al rendimiento, la razón indica que a lo sumo se puede esperar en tales aparatos un rendimiento igual pero nunca mayor.

Por las razones expuestas sigo pensando, que el alcohol frente a la gasolina, es un combustible de defensa, aplicable únicamente en los países en que se lo puede obtener muy barato; en caso contrario debe fracasar ante su rival a no ser que se lo proteja con leyes especiales, lo que se ha hecho en algunas naciones para impedir la huida del oro y conseguir que el dinero quede en casa, aún cuando el producto en sí resulte un tanto más caro que los hidrocarburos.

Para mayor abundancia citaré algunos casos entre las mezclas conocidas a base de alcohol; ninguna pretende superar a la gasolina: la «Natalita» declara que su rendimiento equivale al 93%; el «Alcoleno» dice obtener el 90%; en ambos casos se compara el rendimiento con el correspondiente a los hidrocarburos livianos. Algunas fórmulas declaran haberla igualado, cosa que hay que poner en cuarentena, ya que proviene de propaganda interesada, pero, jamás ha caído en mí poder una receta que se jacte de haberla superado.

He aquí un cuadro de las principales fórmulas conocidas:

1) Sin nombre especial.	Alcohol.....	72	Para 100.
	Eter .....	25	
	Benzol .....	2	
	Píridina.....	1	

- 2) La Natalita:      Alcohol ..... 55      Para 100.  
                           Eter ..... 45  
                           Trimetilamina ..... 0,25
- 3) Foster 1.      Alcohol ..... 63,3      Para 100.  
                           Eter ..... 34,8  
                           Kerosene ..... 1,3  
                           Piridina ..... 0,6
- 4) Foster 2.      Alcohol ..... 55      Para 100.  
                           Eter ..... 42,28  
                           Kerosene ..... 1,1  
                           Piridina ..... 0,6
- 5) El alcoleno.      Alcohol ..... 65      Para 100.  
                           Eter ..... 34  
                           Kerosene ..... 0,5  
                           Anilina ..... 0,7  
                           Violeta de metilo, para dar el color.
- 6) El H. A. francés.      Alcohol ..... 65      Para 100.  
                           Eter ..... 10  
                           Gasolina ..... 25
- 7) El «Carburant National» francés.      Alcohol ..... 10      Para 100.  
                           Gasolina ..... 90
- 8) Carburante Aleman.      Alcohol ..... 78,75      Para 100.  
                           Benzol ..... 20  
                           Alcohol metílico ..... 1  
                           Piridina ..... 0,25  
                           Violeta de metilo para dar color.
- 9) Otro carburante aleman.      Alcohol ..... 78,75      Para 100.  
                           Benzol ..... 5  
                           Eter ..... 15  
                           Alcohol metílico ..... 1  
                           Piridina ..... 0,25  
                           Violeta de metilo, para dar color.
- 10) Nuevo alemán para vehículos oficiales.      Alcohol ..... 20      Para 100.  
                           Gasolina ..... 80

## 11) Fórmula brasileña reciente.

Alcohol.....	40	Para 100.
Gasolina .....	60	

## 12) Fórmula patentada en el Ecuador.

Alcohol.....	90	Para 100.
Acetona .....	10	
Acetileno .....	El absorbido	

13) El Sintol o Sintina..... Mezcla indefinida de todos los alcoholes y cetonas posibles, obtenida del tratamiento del gas de agua sobre hierro alcalinizado.

I así por este orden, existen muchas fórmulas cuya enumeración sería larga y enojosa.

Wa Ostwald, autor de un importante estudio sobre combustibles líquidos al proscribir de un modo especial el empleo del alcohol de madera en los motores de explosión, por creerlo peligrosamente ponzoñoso, a pesar de que dicha substancia figura en las fórmulas alemanas, preconiza, en un artículo publicado en «La Prensa» de Buenos Aires, el 6 de Junio de 1926, reemplazarlo con la acetona. El citado autor dice: «Lo que hoy es posible con el alcohol metílico llegará a ser posible mañana con la acetona, más ventajosa y no tóxica».

La noticia del Sintol llegó al Ecuador en el mismo periódico como trabajo de los Químicos Fischer y Trospch del Instituto de Estudios Carboníferos de Mülheim.

AREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Esta pequeña disgración declara como fundado en razón el hecho de que en mis experiencias me haya fijado en la acetona, aunque sin mayores antecedentes, porque debo advertir que los ensayos personales de que he hablado datan de 1925 y que la patente del producto fué otorgada en el mes de febrero de 1926.

De una manera o de otra, todas las fórmulas son buenas para quemar en motores de explosión, pero, comparativamente con la gasolina, es ésta la materia combustible que en el menor volumen representa el mayor número de calorías disponibles, caracterizadas por unidades de la mejor calidad.

Bajo este punto de vista es insustituible y la lucha se reduce a reemplazarla por algo que prácticamente sea aceptable en esta época de crisis mundial en la que, cada cual defiende sus riquezas con el mayor tesón.

Porque hay que tener en cuenta que el deseo de buscar un sustituto a los hidrocarburos naturales no obedece a que no haya más petróleo en el mundo; cierto es que algún día se agotarán los pozos productores, pero aún se poseen reservas de mucha importancia y por otro lado, es más que seguro que con el tiempo se descubrirán nuevas minas

en los enormes territorios del Globo que todavía permanecen inexplorados. La producción de petróleo es actualmente enorme; hay más bien superabundancia, y esta cantidad irá en aumento con la entrada en los mercados del petróleo ruso, que en el nuevo Plan Quinquenal dará un salto gigantesco, ya que los bolcheviques se proponen elevar la extracción al 250 o 300% de la explotación actual; explotación que a la hora presente mismo es formidable y que ya ha causado muchos dolores de cabeza a los reyes yanquis del producto. No cabe duda que las cifras previstas serán plenamente realizadas, dado el enorme empuje industrial de la Rusia contemporánea, cuyo ritmo productor no tiene parecido en ninguna parte del mundo.

El petróleo, pues, no se dejará desplazar del mercado con la facilidad que algunos creen; si el costo de los sustitutos no es demasiadamente bajo podrá defenderse con ventaja, aún, disminuyendo él mismo su precio de venta para el consumo universal. Y, repito, sólo en ciertos países de características especiales podrá entronizarse el alcohol en reemplazo de los hidrocarburos naturales, pero, en no pocos lugares habrá necesidad de protegerlo con leyes hechas exprofeso, de suerte que el consumo del combustible alcohol sea para el Estado una manera de cobrar una especie de impuesto indirecto.

¿Podrá ser el Ecuador uno de estos países? Es asunto de examinarlo con la debida detención, porque nosotros, si bien podemos obtener alcohol relativamente barato, poseemos también petróleo, que aunque sólo es nuestro muy a medias o no lo es en el sentido estricto de la palabra, sin embargo sirve para entretener el hambre a algunos centenares de trabajadores ecuatorianos.

Mirando bien, el problema no es propiamente técnico, puesto que todas las fórmulas conocidas ponen en marcha los motores y aún estimo que muy pocas serán las variantes que se puedan introducir en las numerosas que conocemos: todo lo que contenga alcohol desmejorará a la gasolina según la proporción en que entre, y muchas de las ventajas de orden científico que se mencionan en favor del sustituto son más de carácter verbal que de comprobación práctica. Así se dice que el alcohol-gasolina arranca bien, es verdad, pero esta virtud no es introducida por el alcohol que arranca mal, sino que es debida a la gasolina de la mezcla. Se hace hincapié en el hecho de que los motores alimentados con mezclas alcohólicas se calientan poco, también es verdad, pero no es porque una cantidad mayor de calor se transforme en trabajo, lo que sería un primor de resultado, sino simplemente porque las mezclas en cuestión queman con menor producción de calor que la esencia pura del petróleo. Por eso digo que el problema no es propiamente técnico, pues bastaría adoptar una fórmula cualquiera, sino más bien, un problema de orden económico; de ahí que no seremos los hombres de laboratorio los que lo resolvamos definitivamente sino que, de preferencia serán los hombres que saben hacer números.

El verdadero problema científico en el campo de la investigación consiste en reemplazar al petróleo con el petróleo mismo pero sintético. Los resultados obtenidos en este terreno son muy halagadores y hacen prever que en un porvenir tal vez no lejano, hasta se podrá mirar sin espanto el total agotamiento del combustible líquido que se esconde en

la tierra; pero el estudio de este punto sale del marco de mi disertación y vale más dejarlo a un lado.

Para los motores que sabemos fabricar no hay carburante que sea sin tacha: conocemos las dificultades que presenta la misma gasolina, cuando se trata del arranque y del funcionamiento armónico de los múltiples cilindros. En cuanto a los carburantes de reemplazo, es natural que los defectos sean mayores. Las mezclas alcohol-gasolina y análogas, aparte de la merma calorífica, requieren el trabajo adicional del mezclado y presuponen la existencia de un alcohol de elevadísimo grado que puede ir hasta los 99° centesimales, pues de lo contrario los componentes no llegan a mezclarse uniformemente. Añadamos también en lo tocante a las fórmulas gasolina-alcohol, que éstas no defienden sino parcialmente de la tiranía del petróleo ya que ésta figura en ellas en abundancia. Una substitución mayor del 40% no se encuentra en ninguna receta, porque las propiedades del líquido resultante son inaceptables en la práctica; entre varias particularidades anotemos, que el alcohol muy subido se hidrata con facilidad y que por este hecho se puede dañar la homogeneidad del carburante.

Las recetas alcohol-éter ofrecen señaladas ventajas; en muchas de ellas el petróleo casi desaparece y el arranque torpe y el rendimiento calorífico del alcohol se modifican favorablemente con la presencia del éter, pero esta substancia que es la activadora no puede figurar en abundancia tal que avance al 50%, porque su dilatación brusca trae consigo un enorme descenso de temperatura y ésto, en los motores, perjudicaría el rendimiento; por otro lado la fabricación del éter presupone gasto de alcohol con pérdida, ya que es muy sabido que para hacer mil litros de éter hay que gastar mil doscientos de alcohol subido. El alcohol-éter también se acidifica con el tiempo, lo cual constituye una pequeña desventaja porque para evitarlo, es preciso adicionar a la mezcla pequeñas cantidades de cuerpos alcalinos. Por último, el éter, sólo con alcohol de 95° para arriba, se mezcla bien y en muchos países es gravosa la obtención de dicho grado, por más que los aparatos modernos, de un solo golpe, del mosto o guarapo, puedan producirlo; para la industria moderna, la preparación aún del alcohol absoluto ya no presenta las dificultades de antaño.

Nos resta examinar la fórmula que mal o bien la he anunciado como mía. Es, como ya se habrá comprendido la que figura como duodécima en la lista que se leyó ha un momento.

Este carburante tiene sus ventajas y sus desventajas, que con toda imparcialidad serán expuestas, porque en mi calidad de hombre de ciencia, cuya principal virtud es la serenidad en la observación de los fenómenos, debo mirar las cosas de conformidad con los resultados experimentales, cuidando de no exagerarlos porque a nada conduce decir maravillas a un auditorio. Si éstas, en llegando a comprobarlas se han de convertir en tristes desilusiones. Sólo el mercader que alaba su producto puede adoptar semejante actitud, pero el que ahora habla, jamás lo ha sido y aún, cuando después de mis experiencias, comunique los resultados al Estanco de Alcoholes, no lo hice como negociante, sino únicamente como investigador que informa a alguien de algo que puede interesarle.

Debo declarar ante todo que en mis trabajos nunca me guió la idea de reemplazar la gasolina con un carburante a base de alcohol que diese más calor que aquélla; las consideraciones teóricas no permiten abrigar tal esperanza; siempre el alcohol se quemará como alcohol y si para sacar mayor provecho de él, lo comprimimos exageradamente o lo sometemos a cualquier otra prueba, la realización de tales circunstancias cuesta dinero y, como ya se dijo de las presiones elevadas, desgastan rápidamente los motores.

La mezcla en cuestión no es, pues, superior en calor a la esencia del petróleo y si hemos de señalar las cosas con sus nombres, es aún inferior, bajo el punto de vista energético, a las recetas alcohol-éter, que con buen éxito han sido estudiadas y ensayadas por mi eminente colega de oficio y comprofesor Albán Mestanza. Basta comparar en el cuadro que tenemos a la vista las calorías que corresponden al éter y a la acetona para darse cuenta de las propiedades que introducirán en el alcohol al ser mezcladas con él.

Pero, como el problema es meramente económico, lo que importa no es el total de calorías, sino el costo de cada una de ellas o en lenguaje técnico, el precio de la tonelada - kilómetro, esto es, el precio de la caloría transformada en trabajo. En cuanto a la calidad de la energía, no tiene importancia en el caso presente, porque la desarrollada por todos los combustibles mencionados es aproximadamente comparables en la facilidad con que se transforma en utilidad motora.

Un sustituto ideal sería una substancia que cueste menos y encierre más calor que los derivados líquidos del petróleo; uno aceptable, un producto que aunque contenga menos energía disponible sea mucho más barato; y uno inaceptable, sería cualquier ingrediente que sea más caro y almacene menos calor.

La cuestión es de una enorme simplicidad si se desea clasificar de conformidad con lo que acabamos de decir a un carburante sustituto, cualquiera que éste sea: suficiente es tomar un litro, por ejemplo, y considerar que ahí tenemos un poco de energía embotellada; sabiendo el costo del total y el monto energético, una regla de tres nos da el valor de la unidad de fuerza. Basta entonces, hacer la misma operación con la gasolina y comparar los resultados.

Todo lo anterior vale para lo que se refiere a las mezclas alcohol-éter, alcohol-acetona y análogas, en las que no figura la gasolina; para aquellas que la contienen, el criterio es todavía más sencillo; es suficiente imaginarse un litro de esencia de petróleo y saber su precio, entonces, si lo que se le quita al litro, vale más que lo que se le pone de sustituto, diremos que la mezcla resultante puede ser aceptable y lo será si lo que se pierde en calor se gana en valor monetario; pero si lo que se le quita cuesta menos que lo que se le agrega para reemplazarlo, es indudable que la receta es prácticamente desastrosa, porque en ella se pierde en energía y se pierde en dinero, dos pérdidas, que nadie puede aceptar, a no ser que sean impuestas por la ley como un nuevo gravamen, por convenir a los intereses del Estado, en cuyo caso el problema deja de ser científico y no hay más que decir.

Se escogió la acetona como ingrediente de la receta que estudiamos porque es un producto combustible, fácilmente vaporizable y que se

mezcla con el alcohol en toda proporción sin que para ello sea indispensable un alcohol de grado elevado; la acetona es miscible con el alcohol absoluto como lo es con el vulgar aguardiente, esta particularidad me pareció interesante porque simplificaba la preparación del combustible y facilitaba al mismo tiempo su conservación, bajo la forma de un líquido de composición siempre uniforme. Es natural, que si se emplea alcohol bajo, el carburante es menos energético, pero lo bueno del caso es que siempre quema, lo que no se puede decir de ninguno de los sustitutos que hemos citado. He obtenido una buena carburación con alcoholes de 95, de 90 y de 85° Gay Lussac y con proporciones de acetona del 5, del 10 y 15 % respectivamente.

Una dificultad se presentó en los ensayos y fué, que el arranque era torpe con la mezcla, por cuya razón y para sensibilizarla a la chispa eléctrica, hubo necesidad de agregar a la receta una pequeña cantidad de gas acetileno, que como es sabido se disuelve bien en el alcohol y mucho mejor aún en la acetona.

El resultado de esta introducción fué completamente satisfactorio; la mezcla se hace tan hábil como la gasolina pura. Por otro lado el acetileno disuelto ofrece toda seguridad y no hay que temer en ningún caso la autocombustión; además, la adición del gas no desmejora sino que, más bien, aumenta el poder calorífico del producto, porque el referido gas es una de las substancias que más calor desarrolla en su combustión con el oxígeno, y aunque figura en muy pocos gramos en el litro del carburante, no por eso deja de aportar su caudal energético en beneficio de la substancia.

Tomando en cuenta que la cantidad de gas disuelto depende de la temperatura y de la presión y que por tanto, la mezcla podía perder, según las circunstancias una parte de su acetileno, he ideado no introducirlo hasta la completa saturación del líquido total, sino solamente hasta lo que puede disolver el alcohol presente, de este modo, la potencia de la acetona, que es enorme, queda prácticamente libre y lista para retener el gas que pudiera escaparse.

Un inconveniente de los carburantes a base de alcohol es, que éste, puede ser regenerado por destilación e introducido ilegalmente en el comercio de las bebidas. Algunas fórmulas de alcohol - éter hasta pueden ser consumidas tales como son por ciertos hombres viciosos, de ahí que se hace indispensable introducir productos llamados desnaturizantes que impiden la fácil regeneración del alcohol y al mismo tiempo lo hacen impotable; estas substancias son, entre otras, el alcohol metílico y las bases píridicas que figuran en las recetas estudiadas; el alcohol metílico hace perder calorías al producto y además, muchos autores no la aconsejan por creerlo nocivo, ya que le atribuyen que produce la ceguera; las bases píridicas son relativamente caras y hasta se ha tratado de suprimirlas, pero, en el alcohol - éter son indispensables porque sirven también para neutralizar la acidez que aparece en la mezcla de un modo natural.

En la fórmula ecuatoriana no se señalan tales inconvenientes; observaciones repetidas, en productos que han permanecido guardados muchos meses han demostrado que no hay aparición de acidez ni disminución del poder carburante.

En las mezclas alcohol - hidrocarburos, vemos que algunas llevan al mismo tiempo que alcohol metílico, bases píridicas, lo que indica que hay necesidad de protegerlas contra el fraude de la regeneración, esto me hace creer que las fórmulas que no contienen desnaturizantes no son completas y en efecto, muchas de ellas han sido copiadas en notas ligeras llegadas en revistas o que han sido publicadas en periódicos que no tienen por qué saber muchos detalles.

El carburante que pudieramos llamarlo ecuatoriano no requiere la adición de desnaturizantes especiales, porque los productos combustibles que acompañan al alcohol, al mismo tiempo que lo modifican mejorándolo, lo desnaturizan profundamente. En efecto, la mezcla de alcohol y de acetona es de muy difícil separación; por poco que haya del último producto comunica al primero un sabor desagradable, y si bien la acetona no es propiamente tóxica, desde el hecho que los médicos suelen administrarla para ciertas afecciones en cantidades que van hasta de 20 gotas al día, no es una substancia que se pueda ingerir indiferentemente sin peligros para el organismo, lo cual dificulta y aún prohíbe de suyo el que de vicio se la pueda consumir con el alcohol.

El acetileno tiene análogas propiedades, sin embargo, éste, como gas que es, puede ser expulsado del líquido por simple calentamiento, pero aún cuando así se proceda, la solución madre sigue presentando un sabor y un olor desagradables, debidos a impurezas del gas que no se expulsan, de ahí que no hay necesidad de preparar el carburante con acetileno puro, lo que también es una ventaja digna de ser tomada en cuenta. Aparte de esto, como para la acetona, el acetileno no es una substancia grandemente tóxica; sabido es que muchos cirujanos lo emplean en casos determinados como anestésico gaseoso en lugar del cloroformo y del éter, pero no por eso puede ser ingerido impunemente; el acetileno ejerce una acción rápida sobre los centros nerviosos del cerebro y hacen que el individuo pierda la conciencia. De un modo o de otro, el acetileno y la acetona son suficientes para impedir la regeneración del alcohol en el producto que estudiamos, y además, con su presencia lo hacen inapetible e intomable. Talvez haya ciertas ventajas que se me escapan, así como defectos que no los he podido señalar, pero es lo cierto que en las multiples experiencias que he realizado en colaboración de mi amigo de siempre y actual colega Enrique Torres, el carburante se ha manejado bien; quemándose todo, sin producir vapores ácidos, sin ensuciar la máquina, obedeciendo a los cambios, sin provocar sacudidas inútiles y arrancando con limpieza.

Sin embargo, de nada serviría tanta propiedad beneficiosa si el precio de venta lo colocara entre los combustibles de categoría indeseable.

Por consiguiente, debemos tocar este punto, aunque sea de un modo imperfecto, ya que los datos que tengo a mi disposición son atrasados y por las razones expuestas más arriba, no los he podido modernizar.

La acetona fué escogida por resultar más barata que el éter, si bien el precio en si, en ese tiempo, era ligeramente más caro; pero hay que tener en cuenta que al paso que el éter figura en la mezcla en proporciones que van hasta más del 40 %, la acetona, con alcohol de 95° no entra sino en la proporción del 5 al 7 %. Como el costo de los dos

productos es casi igual, resulta, que tomando una mezcla que sólo contenga el 25 % de éter, éste, costará por lo menos cuatro veces más que la cantidad de los cinco o siete centímetros cúbicos de acetona que figura en el alcohol-acetona.

Transportando los cálculos a la época actual, la operación con la acetona resulta todavía más barata.

La fabricación del éter casi no ha recibido modificación en los últimos años, al paso que la de la acetona ha sufrido una transformación radical, que la ha convertido en esta época en uno de los productos de más escaso precio, tanto es así que se hacen ensayos industriales y con buen éxito para transformarla en alcohol isopropílico, en vista de sustituir en algunos casos al alcohol ordinario; así, la marca «Avantine» de la firma Howard & Son de los EE. UU., no es otra cosa que un perfume a base del isopropílico; algunas fábricas de productos químicos, actualmente, lo emplean para ciertas cristalizaciones y extracciones y hasta en la preparación de los barnices. Si el etílico empieza a ceder en ciertos casos ante el isopropílico y si éste es un producto que se prepara a partir de la acetona, quiere decir que a la hora presente, la acetona va poniéndose más barata aún que el mismo alcohol ordinario.

Ya en el año en que empecé mis ensayos se notó un descenso del valor de la acetona, que fue debido, sobre todo, a las grandes instalaciones que se hicieron en el Congo Belga para destilar la madera y que proporcionan el acetato cálcico, de cuya pirogenación resulta la acetona industrial. También en esa misma época, en una publicación francesa del 4 de setiembre de 1926, me informé que se había descubierto la fabricación de la acetona por medio de la fermentación; los trabajos son originales del Profesor Fernbach del Instituto Pasteur de París. El doctor Weizmann perfeccionó el procedimiento y mediante una nueva bacteria logró preparar a partir de la harina de arroz, ocho kilos de acetona y 16 de alcohol butílico por cada ciento de materia prima.

Experiencias de mayor importancia se han realizado desde entonces en Alemania en el Instituto Gerungsgewerk y por la Casa Bayer, así como también en Norte América por la firma Nortthorp. Pero lo más importante son los trabajos del químico húngaro Bakony, quien por medio del «bacillus macerans» de Schardinger ha conseguido desdoblado el azúcar, las féculas y aún las melazas y producir simultáneamente el alcohol ordinario y la acetona. La operación marcha a 42° de temperatura, tarda de 5 a 7 días y se obtiene por cada 100 kilos de maíz 30 litros de acetono-alcohol.

Bakony preconiza que la preparación de la acetona por fermentación reemplazará con ventaja al método del acetato de calcio y aún, cosa difícil de creer, a los métodos actuales de preparación del alcohol ordinario; y termina indicando la posibilidad de una fabricación en grande de un carburante natural que sería una mezcla de acetona y de alcohol a la cual, según él, se podría adicionar un poco de esencia del petróleo. Cuando ésto se escribía en Francia, ya en el Ecuador se hallaba inscrita la fórmula alcohol-acetona-acetileno.

Hay todavía más, la fabricación de la acetona por fermentación, que en 1926 aún no se hallaba bien ajustada, es ahora una realidad que ha tenido eficacia sobre todo en Inglaterra, en donde la preparan en

gran escala por medio de las patatas, el maiz, etc. y valiéndose de la acción fermentiva de ciertos microorganismos. El precio de la acetona ha bajado enormemente por estas razones, y si bien no he tenido ocasión de examinar las cotizaciones del año, es casi seguro que, ahora, este cuerpo debe ser mucho más barato que el éter y aún que el alcohol fuerte.

Por el mismo hecho de que la acetona es capaz de ser producida por vía biológica se comprende que se la puede preparar en cualquier parte. Nosotros poseemos maiz, patatas, arroz, melazas, etc.; no nos restaría sino proveernos de cultivos puros de las preciosas bacterias y trabajar con ellas colocándolas en las mejores condiciones. Las publicaciones que he consultado no se detienen en detalles, pero estimo que no sería difícil obtener todos los datos para emprender en una fabricación industrial.

Los descubrimientos modernos han facilitado, por consiguiente, la elaboración del carburante alcohol-acetona y en el Ecuador abriría la puerta a una nueva industria. Cuando la fórmula fue imaginada, todos los cálculos fueron hechos en el supuesto de que se importara la acetona; hoy ya no sería del caso o por lo menos, no necesitaríamos traerla del Exterior indefinidamente.

El otro producto, el acetileno, casi no entra en cuenta por cuanto su empleo no encarece el producto en más de un medio centavo por litro.

El acetileno se prepara con carburo de calcio; cada kilo arroja 300 litros de gas y con éstos se pueden preparar 50 de carburante, advirtiendo de paso que el kilo de carburo, en el tiempo de mis experiencias, se cotizaba en Europa a razón de 0,30 de sucre, aproximadamente.

Pero el carburo de calcio es de fácil preparación; para ello se necesita, carbón, cal y fuerza eléctrica: todo lo tenemos. Hoy, talvez, no sería práctico emprender en una fabricación, aunque el alumbrado de nuestros faros marítimos emplea buenas cantidades, pero teniendo que consumirlo en la elaboración del carburante a base de alcohol, creo que ya se pudiera pensar seriamente en la instalación de una empresa.

Y aquí llegamos al punto culminante.

Hemos hablado del éter, de la acetona, del acetileno, etc., pero no hemos tratado del alcohol y para elaborar un carburante a base de esta substancia, lo primero que necesitamos es alcohol. Este punto he querido, adrede, tratarlo al último, porque ya no concierne a tal o cual carburante de reemplazo, sino a todos: si el alcohol falla, las fórmulas consignadas se desbaratan de suyo y no hay que hacer sino olvidarlo todo.

No es mi propósito entrar en consideraciones acerca de la situación actual, porque a primera vista se comprende que con el precio de hoy del alcohol, el problema es inabordable. Desconozco también las posibilidades de compra que tiene el Estanco, de suerte que toda disquisición al respecto pudiera llevarme a conclusiones falsas, que por ser así, tuviera que rectificarlas mañana, o de no, defenderlas contra mi conciencia lo que jamás he acostumbrado.

Para tratar de este punto me faltan documentos, sin embargo, creo haber encontrado una buena base de criterio, que se funda en la constitución físico-química de las substancias tratadas y en el hecho

experimental innegable, de que, para obtener una misma suma de trabajo con gasolina de una parte y con alcohol de otra, se necesitan un litro de la primera y un litro y medio del segundo. Si en trabajo están, pues, en relación de 1 a 1,5, los precios, digo, deben guardar igual consonancia. Con este razonamiento no se averigua lo que cuesta el alcohol por su proceso de elaboración ora antiguo ora modernizado, pero dado el valor de la gasolina, que no es la incógnita, se puede averiguar cuál debe ser el precio del litro de alcohol para que pueda competir con su rival, sustituyéndolo, ya en todo ya en parte. Por eso sostengo: si un litro de gasolina equivale a 1,5 litros de alcohol, los 45 centavos que cuestan el litro de la una debe ser el precio del litro y medio de la otra substancia.

1,5 litros de alcohol deben costar 0,45 ctvs., el litro por tanto, arroja la suma de 0,30 ctvs.

En conclusión: conocido el precio de 0,45 ctvs. del litro de gasolina, el de alcohol, en el carburante debe valer 0,30 ctvs. como máximo; una cifra mayor constituirá un fraude contra el que consume y será un robo que comete el que lo vende.

En conclusión también: en el momento actual, todas las recetas estudiadas son aceptables en el caso de que mil centímetros cúbicos de alcohol absoluto, esto es, de cien grados Gay Lussac, lleguen a valer 0,30 ctvs.; si me equívoco, es muy poco.

¿Estamos en esa posibilidad? Ya he dicho que carezco de datos para resolver el problema, que de suyo es complejo porque habría necesidad de conocer las posibilidades de cada una de las zonas de la República. En tal o cual sitio pudiera ser factible pero en otros no y quien sabe si en ninguno; pues, si se compra aguardiente a los particulares para luego convertirlo en alcohol subido, cuyo precio debe ser de 0,25 a 0,30 ctvs. por decímetro cúbico, esto requiere que la industria privada venda su producto a 0,10 o 0,15 el litro, lo cual, salvo demostración contraria lo creo algo difícil.

Cuando trabajaba en el problema, si he de decir verdad, mi única preocupación fué la de utilizar como materia prima, las malezas de nuestras azucareras. Este producto es un residuo inútil de los Ingenios de la Costa, que se lo arroja al agua sin utilización alguna y que el industrial tiende a deshacerse de él porque muy pronto llega a ser un verdadero estorbo. Las leyes no permiten que se lo fermente y destile porque el aguardiente que resulta es de mala calidad; por lo menos así se piensa, pero es sabido que con aparatos rectificadores modernos de fina construcción se lo puede utilizar.

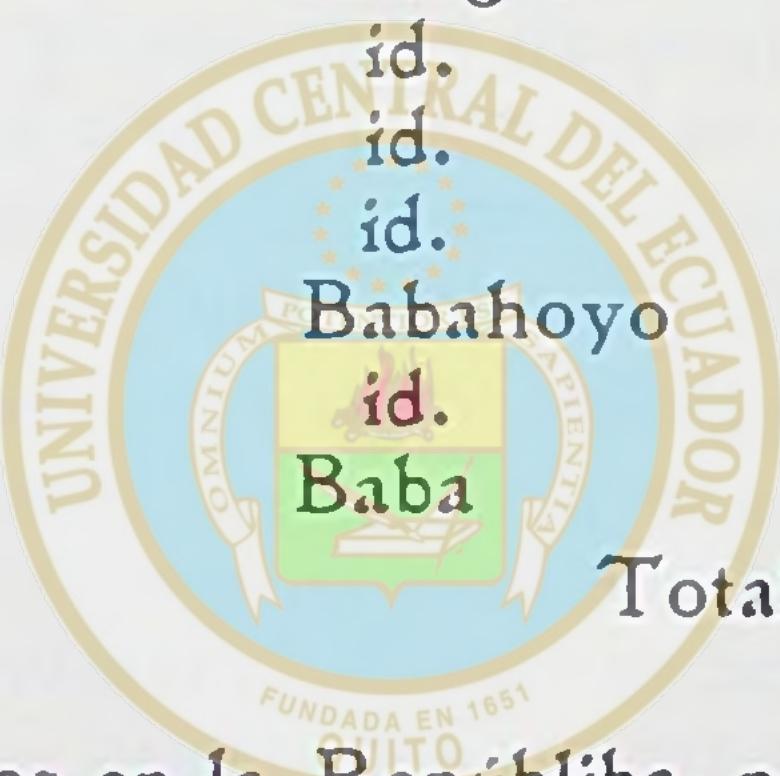
La proporción que de melaza se obtiene por cada tonelada de azúcar es variable y en parte depende de la bondad de las maquinarias, pero siempre es considerable y digna de ser tomada en cuenta, desde el hecho que es un producto rico en azúcares de la más variada composición y susceptible de ser transformados en alcohol. Basta decir que de cada 10 litros de melaza se pueden obtener 4 de alcohol absoluto, siempre que las condiciones experimentales sean las óptimas, esto es, con levaduras seleccionadas y con aparatos modernos.

El cuadro que me permito presentar acerca de las malezas disponibles en la República, pondrá de manifiesto que su producción avanza

a algunos millones de litros por año; los datos son relativamente antiguos, datan de la época en que se realizaron mis trabajos; para la hora actual no son muy exactos, pero como las cosas han debido variar poco, todavía sirven y aclaran la comprensión del problema:

### MELAZAS DISPONIBLES

Ingenios	Cantón	Melaza: litros al año
San Carlos	Yaguachi	1.600.000
Inés María	id.	240.000
Condor	id.	160.000
Eulalia	id.	120.000
Adelina María	id.	170.000
Santa Ana	Daule	60.000
Chonana	id.	54.000
Valdez	Milagro	1.500.000
Rocafuerte	id.	220.000
Luz María	id.	220.000
Lupiapungo	id.	96.000
San Pablo	Babahoyo	300.000
La Compañía	id.	200.000
La Envidia	Baba	60.000
	Total	5.000.000



Existen más Ingenios en la República, pero, tal vez habría que descartarlos, porque la conducción de melaza a un punto central resultaría oneroso; además no tengo información respecto de ellos, con todo, se puede asegurar que al olvidarlos, no se disminuye notablemente la cifra global del cuadro presentado.

Al examinar la localización de los Ingenios, se observa que todos están situados en una misma zona; por consiguiente, toda la melaza puede ser concentrada ya por vía fluvial, ya por ferrocarril en un solo lugar, o sea en el que se establecería la fábrica.

En resumen, con cinco millones de litros de melaza se pueden fabricar dos millones de litros de alcohol, aptos para servir de carburante con cualesquiera de las recetas.

Con esta cantidad de alcohol se pueden fabricar:

2.220.000	litros de alcohol-acetona-acetíleno,
1.900.000	id. id alcohol-éter, y
10.000.000	id. id alcohol-gasolina

Estimo que las dos primeras cantidades son insuficientes para reemplazar a toda la gasolina que se consume en la República, que aproximadamente debe ser de 4.000.000 de litros por año. La última, pues, representa una demasia, pero esto no constituye de ninguna manera un defecto de la fórmula, sino todo lo contrario.

Aumentando la proporción de acetona en la mezcla podemos llegar a realizar los cuatro millones de litros que necesita el Ecuador, para

ésto, bastaría efectuar la mezcla alcohol-acetona, en proporciones iguales; para poderlo hacer, sólo se necesita acetona barata: ya hemos hablado al respecto. Además, con más acetona el carburante no hace sino beneficiarse.

En cuanto al alcohol-éter, dada la cantidad de meleza, nunca puede llegar a la producción que requiere el Ecuador en carburantes, pero, bien mirado el asunto, tampoco es un defecto, porque siempre representaría un alivio para el país.

Con una materia prima como la melaza, que esencialmente es un desperdicio, es de esperar que el alcohol resulte a bajísimo precio. Pero ésto implica que el Gobierno la incautara, retribuyendo a los propietarios con una pequeña suma que podría ser de 1 a 2 centavos por litro.

Bajo esta base y según los cálculos que efectué hace seis años, el valor de un litro de mi carburante era el siguiente:

Alcohol, sin contar mano de obra, etc. ....	0,10 centavos
Mano de obra, administración, combustible, etc. ....	0,05 centavos
Acetona por litro de combustible	0,037 centavos
Acetileno por litro de combustible	0,012 centavos
<b>TOTAL</b>	<b>0,199 centavos</b>

El cómputo fue hecho sirviéndose de la acetona y del carburo de calcio importados. Además, el precio anotado debería ser rectificado de conformidad con las condiciones actuales de vida, pero, de cualquier manera, creo que al público se le pudiera ofrecer un litro de carburante, hoy en día, por un cuarto de sucre.

Como todo oscila alrededor del precio del alcohol, las demás fórmulas de suyo se hacen posibles, pero siempre en el supuesto de que se utilice como materia prima las melazas que ahora se desperdician. El cálculo de precio de costo y del precio de venta son muy sencillos de realizarlos, teniendo en mientes la adopción posterior de alguna de las recetas conocidas.

No creo que sea este momento, oportuno para dedicarnos a apreciar estos detalles, ni tampoco, moralmente, me considero capacitado para hacerlo, porque se me pudiera tachar de parte interesada, aunque en realidad nada intereso, prueba de ello, que para mí, el problema es un problema viejo y olvidado, y si he venido a distraer vuestra atención, ha sido sólo por complacer a los jóvenes estudiantes que me pidieron esta conferencia, indicándome el tema que debía desarrollar. Lo he hecho con el mayor agrado, tanto por tratarse de ellos, muchos de los cuales han sido mis alumnos desde los Bancos del Colegio, cuanto, porque aprovechando la oportunidad que se me presenta hoy, puedo volver a insistir ante el público acerca de que, la utilización de las melazas es un problema nacional.