

La utilización del petróleo en la síntesis orgánica

por G. E. VILLAR

Contribución del Instituto de Química de la Facultad de Ingeniería de Montevideo.

Del mismo modo que la química de los hidrocarburos aromáticos derivados del alquitrán de hulla, se inició con el estudio y separación de los compuestos de bajo punto de ebullición, la investigación sobre los hidrocarburos del petróleo inició su desenvolvimiento con el estudio de los compuestos livianos.

Los hidrocarburos derivados del petróleo que más se utilizan en la síntesis orgánica son las parafinas y olefinas de bajo punto de ebullición, que pueden separarse muy fácilmente del gas natural y del gas de refinerías.

La II guerra mundial intensificó más allá de lo previsible la utilización de las parafinas y olefinas livianas en la fabricación por síntesis de los hidrocarburos empleados en la preparación de los carburantes de aviación, así como de los compuestos básicos para la fabricación del caucho sintético, plásticos, disolventes, fibras sintéticas, así como en la obtención de una gran variedad de productos orgánicos, que aunque se haya terminado la guerra, probablemente continuarán siendo subproductos del petróleo, como consecuencia de la utilización racional del gas natural y del gas de refinería.

En este magnífico esfuerzo para elaborar los productos químicos para la guerra, muchas refinerías de petróleo encontraron posible y hasta conveniente, la transformación de hidrocarburos seleccionados en productos químicos cuya aplicación no se encontraba exclusivamente relacionada con las industrias de la guerra, tales como el formaldehído, acetaldehído, metanol, etanol y alcoholes superiores, glicoles, ácido acético y sus derivados, sulfuro y tetracloruro de carbono, disolventes, detergentes, así como una extensa variedad de otros productos orgánicos.

La industria del petróleo se ha introducido así dentro del campo de la química industrial orgánica, produciendo actualmente un volumen total de productos muy superior al de esta última (1).

En 1925, los derivados del petróleo alcanzaban al 0,1 % de todos los productos químicos orgánicos fabricados en Estados Unidos, comprendiendo solamente el alcohol isopropílico y tres hidrocarburos clorados. En 1946, se fabricaron en aquel país el 28 % de los productos químicos orgánicos, a partir del petróleo y del gas natural.

El número de compañías petroleras que fabrican productos químicos, aumentó de una, en 1935, a más de 50 en 1946 (2).

Según Egloff, la producción de productos químicos derivados del petróleo ha aumentado en la siguiente forma:

AÑO	Productos orgánicos obtenidos del petróleo (tons.)
1942	menos de 65
1943	225.000
1944	700.000
1945	1.250.000
1946	1.700.000

PRODUCTOS QUÍMICOS DERIVADOS DEL METANO

Debido a la abundancia del metano en el gas natural y en los gases de refinería, dicho hidrocarburo constituye uno de los compuestos básicos de la síntesis orgánica derivada del petróleo.

La principal aplicación que hasta el presente ha tenido el metano es su empleo como combustible; sin embargo las derivaciones de su uso en la síntesis orgánica son de tanto interés, que se encuentra cercano el día en que se introducirán limitaciones en aquel uso por generalizarse su aplicación en la industria química.

Entre los productos derivados del metano deben mencionarse en primer término los obtenidos por degradación de su molécula o sean el negro de humo, obtenido por combustión incompleta y el hidrógeno, que se produce por disociación pirolítica del metano en presencia de un conveniente catalizador.

La disociación pirolítica del metano se realiza también utilizando como materia prima al gas natural que por medio de un proceso térmico-catalítico se transforma en un hidrógeno de gran pureza utilizable en los procesos de hidrogenación y síntesis catalíticas.

El hidrógeno de este origen tiene importantes aplicaciones, no sólo dentro de la industria de los derivados del petróleo, sino también dentro de otras ramas de la química industrial, como en el caso de la fabricación del amoníaco sintético, donde el hidrógeno

por disociación del metano puede reemplazar con ventajas al hidrógeno obtenido a partir del gas de agua, sistema muy generalizado en las instalaciones de fabricación de amoníaco sintético a partir del nitrógeno del aire.

El amoníaco es una materia prima importante en la síntesis orgánica, empleándose como reactivo en la preparación de aminas, aminoácidos, amidas, amidinas, éteres aminoariloalquílicos y aminodiarílicos, etc., así como en la fabricación de numerosas sales orgánicas amoniacaes.

El amoníaco constituye también un producto básico en la fabricación del ácido nítrico, que es también materia prima para la síntesis orgánica en los procesos de nitración; constituyendo un producto básico para la fabricación de una extensa variedad de nitroderivados, muchos de ellos de enorme importancia, como las nitrocelulosas, nitroglicerina, nitrotoluenos y otros nitroderivados aromáticos.

Por cloración del metano se obtiene el cloruro de metilo que constituye a su vez un producto básico en numerosas reacciones de cloración y metilación utilizadas en la síntesis de los colorantes.

El cloruro de metilo tiene además dentro de la química industrial orgánica, aplicaciones importantes como disolvente en la extracción selectiva de aceites esenciales, resinas, materias grasas, etc.

Por cloración del cloruro de metilo se obtiene el cloruro de metileno, que también constituye un importante auxiliar de la química industrial orgánica como disolvente de los alcaloides, aceites esenciales, materias grasas, resinas, latex, ésteres de la celulosa, betunes, etc.

La oxidación catalítica del metano permite obtener el metanol, cuyos derivados forman dentro de la síntesis orgánica un grupo extenso y abundante.

Por una parte se tienen los productos de esterificación, figurando en primer término los derivados halogenados, cloruro, bromuro y yoduro de metilo, y luego el acetato, cinamato, benzoato, formiato y salicilato de metilo, así como numerosos compuestos intermedios utilizados en la manufactura de drogas, productos químicos y farmacéuticos.

Por oxidación catalítica del metanol se obtiene el formaldehído, que además de sus numerosas y variadas aplicaciones técnicas, es importante auxiliar de la síntesis orgánica en la preparación de numerosos compuestos orgánicos, entre ellos el ácido fórmico, acetaldehído, paraformaldehído, hexametenetramina, colorantes derivados del trifenilmetano, del antraceno, acridina, etc., así como los plásticos obtenidos por polimerización.

Finalmente, dentro de los compuestos derivados del metano, se encuentran los productos sintéticos obtenidos por el método de Fischer-Tropsch, que ha abierto un inmenso campo a la utilización del gas natural, cuya principal aplicación industrial es por el momento la fabricación del negro de humo.

La extraordinaria trascendencia adquirida en el momento actual por el proceso Fischer-Tropsch, nos ha llevado a tratar separadamente este método de obtención de hidrocarburos sintéticos, cuya aplicación puede adquirir en el futuro, notable importancia en la América del Sur.

FABRICACION DEL ACETILENO A PARTIR DEL GAS NATURAL

La industria del acetileno ha adquirido en los últimos años un desarrollo siempre creciente, debido a las importantes aplicaciones de sus derivados en la industria de los plásticos sintéticos y como disolventes.

La obtención del acetileno por cracking del gas natural a la temperatura del arco eléctrico, ha ampliado notablemente la nómina de los productos que por síntesis orgánica pueden obtenerse del metano.

El acetileno se ha obtenido casi exclusivamente a partir del carburo de calcio; sin embargo, durante la última guerra se ha desarrollado la fabricación del acetileno a partir del gas natural y del gas proveniente de las unidades de hidrogenación. Esta nueva técnica alcanzó un singular desarrollo en Alemania, habiéndose construido una gran instalación en Hüls, después de la destrucción de la planta de Knapsack en el Ruhr.

Cada unidad de conversión de la planta de Hüls consume 2.800 metros cúbicos de gas por hora, con una producción aproximada del 45 % en peso de acetileno y 10 % de etileno, siendo el rendimiento de la transformación por ciclo, del 50 %. La producción varía con la composición del gas de carga, aumentando la proporción en etileno si es elevado el contenido de etano del gas (3).

La pureza del acetileno obtenido es del 97 a 98 %, algo inferior a la del producido con carburo de calcio.

En el año 1942, la producción total de acetileno en Hüls fué de 70.000 toneladas métricas (4).

Por oxidación catalítica del acetileno se obtiene el acetaldehído, del que derivan el ácido acético y el anhídrido acético, materias primas indispensables en muchas síntesis orgánicas y especialmente para la acetilación de la celulosa en la fabricación del rayón y de los plásticos a base de acetato de celulosa.

Dentro del grupo de los productos orgánicos derivados directamente o indirectamente del acetaldehído, se encuentran el butadieno, etanol (sub-producto), butanol, butiraldehído, ácido acético, ésteres y sales del ácido acético, anhídrido acético, acetato de etilo, acetona, éter dietílico.

Entre los principales productos que se obtienen por halogenación del acetileno se encuentran el cloruro de vinilo, tetrabromuro de acetileno y el tetracloruro de acetileno, que a su vez constituye una materia prima para la obtención de diversos disolventes, entre ellos el tetracloruro de carbono, dicloroetileno y tricloroetileno.

Por condensación de dos moléculas de acetileno se obtiene el vinilacetileno, que a su vez al fijar una molécula de ácido clorhídrico se transforma en el 2cloro-1,3-butadieno, conocido técnicamente con el nombre de cloropreno, el que se polimeriza mucho más fácilmente que el isopreno, dando origen al neopreno, uno de los sustitutos del caucho natural.

Por hidrogenación catalítica del acetileno en presencia del paladio o de la gel de sílice, se obtiene un 95 % de etileno, estando constituido el resto principalmente por etano y algo de butano.

La mayor parte de los productos orgánicos que en los Estados Unidos se fabrican a partir del etileno de los gases de cracking, en Alemania se obtenían a partir del acetileno; entre ellos se tenían los glicoles, etilbenceno para el estireno y la acetofenona, dicloruro de etileno, dioxano, etilenclorhidrina, etc. (3).

PRODUCTOS QUÍMICOS DERIVADOS DEL ETILENO

Los derivados halogenados del etileno forman un grupo importante de productos químicos. El dicloruro de etileno, de uso tan difundido como disolvente, es también una materia básica en la fabricación del etilenglicol, del cloruro de vinilo y de otros productos orgánicos de uso industrial. También es de importancia semejante el dibromuro de etileno; siendo también muy usados como disolventes el clorobromuro, el cloroyoduro y el yoduro de etileno.

Por acción del ácido clorhídrico sobre el etileno se obtiene el cloruro de etilo, del cual derivan numerosos productos orgánicos, entre ellos, el plomotetraetilo.

Por la acción del ácido hipocloroso sobre el etileno, se obtiene la etilenclorhidrina, de importantes aplicaciones como disolvente y en la síntesis orgánica, derivándose de ella el etilenglicol, que por la acción de los álcalis

cáusticos se transforma en el óxido de etileno.

Por amonólisis directa del etileno, se obtiene la etilendiamina, que también se prepara por la acción del amoníaco sobre el dicloruro de etileno. La etilendiamina, además de tener aplicaciones industriales muy variadas, constituye una materia básica para la fabricación de numerosos productos farmacéuticos.

El óxido de etileno, producido por oxidación catalítica del etileno, parece desplazar gradualmente a la etilenclorhidrina. El óxido de etileno se combina con el amoníaco formándose etanolaminas, las que se emplean en grandes cantidades para extraer el hidrógeno sulfurado y el anhídrido carbónico de los gases (5).

El etileno obtenido del cracking del petróleo es considerado como la materia prima más barata para la fabricación del alcohol etílico (6). Al hacerse esta apreciación se ha tenido en cuenta que hasta hace muy poco, la mayor parte del etileno de los gases de cracking ha sido usado como combustible.

En un análisis comparativo de costos de producción realizado por Tousley (6), el costo de producción del alcohol derivado del etileno sería de 13 a 14 centavos de dólar por galón; mientras que el costo de producción del alcohol de granos se ha estimado en 23 a 25 centavos de dólar por galón. De aquí resultaría que el costo del alcohol derivado del petróleo sería igual al 55 % del costo del alcohol de granos.

En marzo de 1943 comenzó a funcionar la planta de alcohol etílico de la Standard Alcohol C^o., subsidiaria de la Standard Oil C^o. (N. J.), adyacente a la refinería de Baton Rouge en Louisiana, la cual es la primera refinería del mundo que ha fabricado alcohol etílico (7).

La calidad del alcohol sintético derivado del petróleo es excelente y comparable con el mejor alcohol obtenido por fermentación, habiéndose verificado que tiene menos impurezas que éste (8).

El alcohol etílico ha incorporado un extenso capítulo a los productos orgánicos derivados del petróleo.

En primer lugar se tiene como derivado al acetaldehído, de aplicaciones tan importantes en la síntesis orgánica y en la industria química, donde los plásticos obtenidos por condensación con el formol son de particular interés. Se tienen también el ácido acético y el anhídrido acético, así como numerosos ésteres cuyo uso es tan difundido y útil como agentes químicos en la síntesis orgánica y cuya utilización como disolventes es también tan importante.

El alcohol etílico constituye también una materia prima para la fabricación del butadieno.

El rendimiento en la obtención del butadieno es de 24 libras de butadieno por cada galón de alcohol (9).

Como subproducto de la fabricación de alcohol etílico a partir del etileno, aparece el éter etílico, cuyas aplicaciones industriales son tan vastas.

Para dar una idea de la importancia adquirida en los Estados Unidos por la fabricación de productos químicos a partir del etileno, basta destacar que en el año 1947 la producción de etileno alcanzó a la enorme cifra de 6.000 toneladas diarias (10).

PRODUCTOS QUIMICOS DERIVADOS DEL PROPILENO

El propileno constituye un elemento valioso para la síntesis orgánica. Por halogenación se obtiene el cloruro de alilo.

Por la acción del ácido hipocloroso sobre el cloruro de alilo se obtiene la gliceroldiclorhidrina asimétrica; por hidrólisis de la cual se obtiene el glicerol.

El glicerol tiene a su vez gran importancia en la síntesis orgánica, para la preparación de productos de gran valor industrial y farmacéutico. Se tienen en primer término sus ésteres y entre ellos, la nitroglicerina, monoacetato de glicerol, diacetín, monoformiato de glicerol, benzoato de glicerilo, ftalato de glicerilo; contándose entre otros derivados importantes, la clorhidrina y demás clorhidrinas, los ácidos glicerofosfórico y glicero-carbólico, el éter glicerilfanílico, etc.

El cloruro de alilo tiene también una importante aplicación en la fabricación del alcohol alílico, el que se obtiene por hidrólisis del cloruro de alilo con soluciones de hidróxido de sodio (11).

Entre los derivados halogenados del propileno se encuentra también el dicloruro de propileno, que además de sus usos como disolvente, tiene aplicaciones importantes en la síntesis orgánica.

Por la acción de los carbonatos alcalinos sobre el dicloruro de propileno, se obtiene el propilenglicol, disolvente muy usado y cuyos ésteres tienen grandes aplicaciones como agentes emulsificantes.

El propileno es también un producto básico para la fabricación de alcohol isopropílico y del éter isopropílico, por la acción del ácido sulfúrico e hidrólisis del compuesto formado.

El alcohol isopropílico se fabrica en los Estados Unidos exclusivamente a partir del gas

de refinería, habiendo desplazado, por su bajo precio, al alcohol etílico de muchos usos industriales, entre ellos, el empleo como disolvente de lacas (12).

Posiblemente es el alcohol isopropílico el derivado del propileno que se fabrica en mayor escala. En el año 1944 se produjeron 290.000 metros cúbicos de alcohol isopropílico a partir del petróleo (5).

Los ésteres del alcohol isopropílico tienen mucha importancia industrial como disolventes o plasticizantes; siendo también muy empleados por la síntesis orgánica, para incorporar el radical isopropilo en los compuestos orgánicos.

Por ejemplo el cumeno (isopropilbenceno), fabricado en grandes cantidades a partir de derivados del petróleo, se obtiene por la interacción del benceno con el yoduro de isopropilo.

El cumeno fué utilizado durante la guerra como agente aditivo a los carburantes de aviación. También constituye un producto químico intermediario de la síntesis orgánica, obteniéndose el estireno por pirolisis a alta temperatura del cumeno (5).

La producción de acetona a partir del alcohol isopropílico obtenido del petróleo, fué durante el año 1945 de 173.000 toneladas.

Además tiene la acetona gran importancia en la síntesis orgánica, derivando de aquel compuesto las resinas sintéticas del tipo acrílico, de aplicaciones tan útiles bajo la forma de películas protectoras transparentes.

Por condensación de la acetona se obtiene la diacetona, muy empleada como disolvente y agente preservativo de la madera y de los tejidos animales.

También se encuentran entre los derivados de la acetona la cetona y diacetona, sustancias de gran reactividad química y por ello, importantes intermediarios en la preparación de una gran variedad de compuestos orgánicos.

PRODUCTOS QUIMICOS DERIVADOS DEL BUTANO Y BUTILENO

La fracción de los gases de cracking correspondiente a los hidrocarburos de 4 átomos de carbono, ha tenido durante la última guerra una importancia fundamental para la fabricación del caucho sintético, así como para la preparación de carburantes de aviación.

Entre los productos que se obtienen a partir de esta fracción, se encuentra en primer término, el butadieno, el cual puede fabricarse a partir del butileno o del butano.

El butadieno puede prepararse por deshidrogenación catalítica del butileno, según el

procedimiento desarrollado por la Standard Oil Development Co., el que se emplea en la producción de más del 70% del butadieno fabricado a partir del petróleo (9).

También se prepara el butadieno por deshidrogenación catalítica del butano, según el proceso en dos etapas desarrollado por la Houdry Process Corp. y la Philips Petroleum Company.

El isobutileno constituye también una sustancia básica para la síntesis orgánica, obteniéndose a partir de dicho compuesto el alcohol isobutílico, alcohol butílico terciario; varios derivados halogenados, entre ellos el cloruro de isobutilo; el aldehído y ácido isobutírico; numerosos ésteres, entre ellos el acetato de isobutilo.

Por alquilación del isobutileno con los fenoles se obtienen varios productos que se caracterizan por sus propiedades antioxidantes; y por la polimerización del isobutileno se obtienen líquidos viscosos que se utilizan como agentes de adición para los lubricantes o como lubricantes sintéticos (5).

Por copolimerización del estireno con el butadieno se obtiene el caucho OR-S. El estireno se obtiene a partir del petróleo, por deshidrogenación del etilbenceno obtenido por alquilación.

En 1945 se fabricaron en Estados Unidos 720.000 toneladas de caucho GR-S, a partir de 180.000 toneladas de butadieno (2).

PRODUCTOS QUÍMICOS DERIVADOS DE LAS FRACCIONES SUPERIORES AL BUTANO

La halogenación de los pentanos y de un modo particular, su cloración, ha sido objeto de gran atención, debido a las posibilidades de transformar los halogenuros en alcoholes amílicos o sus ésteres (13).

Los cloruros de amilo son muy empleados en la síntesis de otros derivados de amilo, tales como los alcoholes amílicos y sus ésteres, cuyas aplicaciones industriales como disolventes son tan importantes.

La Sharples Chemical, inc., produce otros derivados del pentano, como los amilbencenos, amilfenoles, amilenos, amilmercaptanos, éter amílico, etc. (5).

El isopentano ha sido durante la guerra uno de los productos vitales para la preparación de carburantes para la aviación; se obtiene principalmente por isomerización de los pentanos separados de la gasolina natural.

Las fracciones del petróleo que contienen hidrocarburos de punto de ebullición superior al pentano, salvo raras excepciones, no

son por el momento convenientes para la manufactura de productos químicos puros, en razón de las dificultades que se presentan para aislar los componentes individuales puros. Sin embargo, se han encarado y aplicado numerosos procesos químicos que permiten obtener mezclas de composición desconocida que encuentran aplicación industrial.

Por polimerización catalítica de los destilados del petróleo previamente sometidos a un cracking energético, se obtienen sustancias resinosas que tienen aplicación en la industria de las pinturas y barnices; mientras que sometiendo a un tratamiento por arcillas absorbentes a los condensados provenientes de un cracking energético, con un elevado contenido de olefinas, se obtienen aceites secantes que pueden emplearse como sustitutos del aceite de lino.

El rol de los hidrocarburos del petróleo en la síntesis de productos detergentes y de lubricantes sintéticos es interesante y significativa.

La mayor parte de los detergentes se obtienen alquilando el benceno con olefinas de 10 a 16 átomos de carbono y sulfonando el producto así obtenido.

En 1941 se fabricaron en Estados Unidos 13.500 toneladas de detergentes; en 1946 se produjeron 56.000 toneladas; calculándose que en 1947 se duplicaría esta producción (2).

Se obtienen también del petróleo, como productos de recuperación, compuestos oxigenados como fenoles, cresoles, xiloles y ácidos nafténicos.

La producción de fenoles a partir del petróleo, superó en 1945, a las 5.000 toneladas en los Estados Unidos, lo que representa el 35% de la producción total de ese país (2).

En 1945 se obtuvieron en Estados Unidos 13.500 toneladas de ácidos nafténicos por extracción alcalina del petróleo (2).

LOS HIDROCARBUROS AROMÁTICOS OBTENIDOS A PARTIR DE LOS HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS DEL PETRÓLEO

La obtención en gran escala de hidrocarburos aromáticos a partir de los hidrocarburos alifáticos del petróleo se desarrolló extraordinariamente durante la guerra ante la necesidad de proveer el enorme volumen de tolueno necesario para la fabricación de explosivos.

Además de la extracción, hay dos procedimientos fundamentales para la obtención de compuestos aromáticos a partir del petróleo. El primero es el hidroforming, basado en reacciones químicas tales como deshidrogena-

ción, ciclización e isomerización, que se caracterizan porque determinados hidrocarburos no aromáticos se transforman en los respectivos hidrocarburos aromáticos de igual número de carbonos. El otro proceso está basado en una descomposición mucho más radical de los hidrocarburos originales, que se transforman en olefinas y diolefinas de bajo peso molecular, a partir de las cuales, en otra etapa, se obtienen los compuestos aromáticos, por reacciones de condensación y polimerización (14).

El tolueno se obtiene principalmente por isomerización del dimetilciclopentano en metilciclohexano, que por hidroforming se transforma en tolueno.

En la industrialización del hidroforming para la obtención de hidrocarburos aromáticos, trabajaron inicialmente la N. W. Kellogg Co. y la Standard Oil Co. of Indiana. Luego el hidroforming se desarrolló extensamente con la participación de la Standard Oil Co. of N. J. y la Shell Oil Company.

Entre los procesos que se han desarrollado últimamente para fabricar el tolueno a partir del petróleo, debe mencionarse el que explota la Socony Vacuum, el cual comprende dos etapas. La primera etapa consiste en el cracking catalítico del gas-oil, por el proceso TCC o el Houdry, seguido de un re cracking de las fracciones más volátiles.

Por este procedimiento es posible preparar tolueno y xilenos en cualquier cantidad y con cualquier grado de pureza a un costo razonable (15).

Durante el último año de guerra la industria del petróleo produjo en los Estados Unidos más del 75 % del tolueno requerido por la nación, empleándose el 90 % de la producción para fabricar trinitrotolueno.

IMPORTANCIA ADQUIRIDA POR LA PRODUCCION DE COMPUESTOS ORGANICOS DERIVADOS DEL PETROLEO

De acuerdo con la Comisión de Tarifas del Bureau of Census de Estados Unidos, la producción de materias primas para la industria orgánica derivadas del petróleo, habría excedido durante el año 1944 de 1.700.00 toneladas, sin incluir el tolueno y los productos utilizados en la preparación de supercarburantes.

En dicha cantidad se encontrarían comprendidos 110.000 metros cúbicos de ácidos cresílicos crudos, 13.000 toneladas de ácidos nafténicos, 220.000 toneladas de butadieno, 124.000 toneladas de etileno, 91.000 toneladas de mezcla de buteno-1 y buteno-2, 95.000 toneladas de hidrocarburos de la fracción C₃,

256.000 toneladas de otros hidrocarburos y 390.000 toneladas de benzol.

El desarrollo de la fabricación de productos químicos a partir del petróleo ha alcanzado un ritmo de crecimiento tal en los Estados Unidos, que en el año 1945 se estimó en 6.500.000 toneladas, la producción total de productos orgánicos sintéticos derivados del petróleo, incluyéndose en aquella cifra, no sólo a los productos intermediarios, sino también a los productos terminados derivados de aquéllos (16).

En el cuadro I se indican las cifras correspondientes a la producción durante los años 1943 y 1944 de algunos compuestos químicos derivados del petróleo (5).

No se han incluido en el cuadro I los hidrocarburos derivados del petróleo, muchos de los cuales se elaboran a un bajo precio y con la pureza requerida para sus aplicaciones industriales (17).

CUADRO I

PRODUCCION DE COMPUESTOS ORGANICOS DERIVADOS DEL PETROLEO

Productos químicos obtenidos a partir del petróleo	Producción en Tonels.	
	Año 1943	Año 1944
Acido acético	148.271	146.305
Anhidrido acético	230.213	247.761
Amoniaco (100 %)	542.879	543.398
Alcohol metílico	64.958	71.280
Alcohol amílico	6.036	9.263
Alcoholes butílicos	—	123.222
Alcohol isopropílico	—	240.000
Etilenglicol	93.417	101.225
Dicloruro de etileno	57.847	—
Diclorodifluormetano (Freon-12)	—	20.000
Tetracloruro de carbono	—	104.901
Cloroformo	4.339	4.373
Cloroparafinas	24.867	21.780
Cloruro de metilo	5.726	12.149
Cloruro de metileno	3.369	—
Dicloruro de etileno	57.847	—
Acetato de etilo (85 %)	51.800	54.098
Acetatos de amilo	6.749	6.930
Eter dietílico	32.924	34.878
Acido y anhídrido maléicos ..	4.012	3.911

Durante el año 1946, se obtuvo en Estados Unidos, a partir del petróleo y del gas natural, el 5 % de la producción de metanol, 50 % de la producción de etanol, 100 % de la producción de alcohol isopropílico, 75 % de la producción de acetona, 35 % de la producción de alcohol butílico normal, 90 % de la producción de alcohol amílico, la mayor parte de la producción de xilenos y una gran proporción de anhídrido acético (16).

PERSPECTIVAS DE LA UTILIZACION DEL PETROLEO COMO MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA QUIMICA EN LA AMERICA DEL SUR

La fabricación de productos químicos a partir del petróleo se encuentran fundamentalmente regulada por los siguientes factores:

- 1º Utilización como materias primas, de sub-productos residuales como el gas natural y el gas de refinerías;
- 2º Fabricación en grandes cantidades de productos directamente utilizables, dentro o fuera de la industria petrolera, —como en el caso de los numerosos disolventes derivados del petróleo— o de productos utilizables en grandes cantidades como materias primas, como sucede con el butadieno, estireno y con el anhídrido ftálico, fabricado a partir del ortoxileno obtenido del petróleo (12).

En lo que respecta a las materias primas utilizables en la América del Sur, debe destacarse en primer término el gas natural, del que solamente se aprovecha una fracción reducidísima.

Para tener una idea de las pérdidas enormes que se producen por falta de aprovechamiento del gas natural, basta señalar que en Venezuela, se produjeron en el año 1947, 11.650 millones de metros cúbicos de gas natural; de los cuales, 10.100 millones de metros cúbicos, o sea el 86.6 % de la producción, se descargaron a la atmósfera; 184 millones de metros cúbicos de gas natural se devolvieron a los pozos; y solamente 950 millones de metros cúbicos, o sea el 3.1 % de la producción, se utilizó como combustible.

Solamente dentro de la zona de Maracaibo, se produjeron en 1947, 5.900 millones de metros cúbicos de gas natural, de los cuales 5.100 millones se descargaron a la atmósfera.

Estas cifras demuestran elocuentemente la necesidad de reducir cuanto antes estas enormes pérdidas y señalan a Venezuela como el lugar más indicado de la América del Sur para la iniciación de este nuevo aspecto de las actividades de la industria petrolera.

Otro sitio de interés lo constituyó la zona de Comodoro Rivadavia de la República Argentina.

La utilización del gas natural proveniente de esa zona ha sido resuelta dentro del Plan Quinquenal del Gobierno, con la construcción de 5 gasoductos con una longitud total de 1941 kilómetros, que deberán entrar en funcionamiento en el año 1951 (19). En febrero de 1947 se inició la construcción del gasoducto que unirá a Comodoro Rivadavia con Buenos Aires.

Según se indicó al principio, el gas natural

es una materia prima de primera importancia para la fabricación de hidrógeno de gran pureza; y es por ello, que los países que disponen de grandes reservas de gas natural y de cloruro de sodio fácilmente utilizable, pueden constituirse dentro de un futuro cercano en grandes centros de la industria química, tanto orgánica como inorgánica. Este asunto es de tanto interés que hemos juzgado oportuno desarrollarlo separadamente, así como también, las posibilidades de utilizar el gas natural como materia prima para la fabricación de compuestos orgánicos sintéticos por el proceso Fischer-Tropsch.

El desarrollo de la síntesis orgánica en la América del Sur, a partir de la utilización del gas de refinería, no se presenta por el momento con perspectivas tan favorables, debido a que una gran parte del petróleo sudamericano es tratado en las plantas de refinación de las Antillas. Por este motivo, la refinación del petróleo en esta parte del Continente, no ha alcanzado aún un desenvolvimiento tan importante como para que la superproducción de gas de refinería justifique las instalaciones anexas de fabricación de productos químicos sintéticos.

Por el momento es la Argentina el primer país refinador de la América del Sur; su capacidad de refinación que es actualmente de 2.260.000 metros cúbicos (14.200.000 barriles), se aumentará con el Plan Quinquenal a 4.000.000 de metros cúbicos (25.020.000 barriles), correspondiendo la principal parte de este aumento a la construcción de una nueva refinería para Yacimientos Petrolíferos Fiscales con una capacidad diaria de 3.500 metros cúbicos (22.000 barriles).

Esta refinería estará equipada con unidades de cracking catalítico, alquilación, isomerización y planta para la preparación de mezclas carburantes para la aviación (19).

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta el escaso aprovechamiento actual de las reservas de gas natural en los países petroleros de la América del Sur, así como las enormes pérdidas que se producen con la técnica que se sigue de descargar a la atmósfera la mayor parte de la producción de gas natural, es de urgente necesidad, encarar el estudio del aprovechamiento completo de aquellas reservas, a los efectos de evitar la pérdida de cantidades valiosísimas de una materia prima que racionalmente utilizada podrá traer por una parte, importantes economías en los consumos de productos petrolíferos y, por otra, dar origen a un desenvolvimiento de importancia tal vez insospechada, de las industrias químicas en algunos países petroleros sudamericanos.

- 1) **O. W. Willcox.** — Syntetic gasoline from natural gas. - World Petroleum, **16**, Nº 3, 103 (1945).
- 2) **O. Exloff.** — Chemicals from Petroleum and Natural Gas. - Chem. Eng. News. **25**, 3634 (1947).
- 3) **C. C. Monrad.** — Significance of german acetylene developments. - Chem. & Metallurgical Eng. **120**, julio (1946).
- 4) **R. L. Hasche.** — Acetylene industrie in wartime Germany. - Chem. & Metallurgical Eng. **116**, octubre (1945).
- 5) **R. H. Weil.** — Petroleum byproducts, a big factor in Organic Chemical Industry. - Chem. & Metallurgical Eng. **121**, diciembre (1945).
- 6) **R. D. Tousley.** — Alcohol economics will determine future production process. - Chem. & Metallurgical Eng. **120**, octubre (1945).
- 7) Ethyl alcohol made from refinery ethylene. — Chem. & Metallurgical Eng. **96** y **136**, noviembre (1945).
- 8) **C. M. Reamer.** — Production of Synthetic Alcohol from Ethylene. - Chem. Eng. Progress, **43**, 92, marzo (1947).
- 9) **H. H. Irving.** — The first century of synthetic rubber. - Chem. Industries, **260**, febrero (1948).
- 10) **E. R. Smoley, R. M. Torrey y L. Iniel.** — Chemicals from Petroleum. - World Petroleum, **18**, 78, noviembre (1947).
- 11) **A. W. Fairbairn, N. Cheney y A. J. Cherniavsky.** — Comercial scale manufacture of allyl chloride and allyl alcohol from propylene. - Chem. Eng. Progress, **43**, 280, junio (1947).
- 12) **J. Oostermeyer.** — Petroleum stepa into breach as supply source for critical chemicals. - Petroleum Processing, **2**, 651 (1947).
- 13) **Carleton Ellis.** — The Chemistry of Petroleum Derivatives. - The Chemical Catalog Co., Inc. New York (1934).
- 14) **H. Steiner.** — Aromatics from Petroleum. - J. Inst. Petroleum, **33**, 410 (1947).
- 15) Petroleum processing maken gaina of widespred significance. - Chem. & Metallurgical Eng. **117**, junio (1946).
- 16) **R. F. Galdstein.** — The Petroleum Chemicals Industrie. - Petroleum Times. - **51**, 524 (1947).
- 17) **J. H. Boyd, Jr.** — Petroleum, Source of raw materials for Chemical Industry. - Chem. Eng. News, 345, febrero (1945).
- 18) **S. H. Weil.** — Plastic makera look to petroleum chemicals for raw materials. - Petroleum Processing **2**, 215 (1947).
- 19) **B. Rikles.** — Oil's part in Argentina's Five Year Plan. - World Petroleum, **18**, agosto (1947).



Indice de trabajos científicos publicados en "Ph" desde el año 1941 hasta la fecha

(Continuación del número anterior)

Marzo-Abril

Aplicación del método Martín en la determinación del grado alcohólico de los mostos de granos. Florentino de la Torre y Juan P. Cheol.

Aislamiento térmico para la industria. — A. Sagnor (Trad. de E. Lanfranconi).

Mayo-Agosto

Industria de la cerveza. — R. Demolín y J. J. Anichini (Cont. en el otro "Ph" y en el de Mayo-Agosto de 1944).

Factores de conversión de unidades.

Octubre-Diciembre

El desarrollo y uso de las sustancias luminiscentes. — L. Levy y D. West.

1944 (Enero-Febrero)

Aprovechamiento del aceite de maíz en la transformación catalítica para la obtención de elementos estirantes de la nafta y kerosene y aplicación de éstos en mezclas con nafta y alcohol absoluto. — Q. I. Florentino de la Torre.

Estructura, propiedades y utilización del algodón. — R. F. Nickerson. (Trad. de Hugo A. Rocha).

Mayo-Agosto

El uso de inhibidores para impedir la oxidación de los aceites lubricantes. — Ing. Germán Villar.

Suministro de energía para los procesos industriales. (Informe de Chem. Met.; Chemical Metallurgical Engineering3 Trad. E. Lanfranconi.

1945 (Junio)

El caucho regenerado. — José M. Brignoni. Q. I. **1946** (Julio)

Materias plásticas y sus aplicaciones en la industria. — Ing. E. Krag. (Continúa en el otro "Ph").

1947 (Diciembre)

Materias alcoholígenas y sus aplicaciones en la industria. — Ing. Agr. Ruben Cabrera.

El Índice de los trabajos científicos publicados desde 1931-1940 está en el "Ph" de Marzo-Abril 1941 (sin terminar).