

# Sobre la determinación del número de iodo en gasolinas de Aviación y aceite de ricino

Por los Capitanes de Complemento de Ingenieros Aeronáuticos don A. MORA AGÜES (Profesor de la Academia de Ingenieros) y don E. BLASCO SANTIAGO

*El problema del grupo moto-propulsor en las aeronaves es esencialmente un problema de rendimiento que depende en grado muy elevado de la calidad de los combustibles y lubricantes empleados. La severidad de las Normas en vigor para la recepción de combustibles y lubricantes exige, por otra parte, que los métodos empleados para la verificación proporcionen valores constantes y de fácil reproducción. Decidir este método es el objeto de una serie de experiencias, que los autores del artículo que sigue han realizado en el Laboratorio Químico de Estudios y Experiencias del Ejército del Aire sobre aceite de ricino y dos tipos de gasolinas, tomando como base la determinación del índice de iodo. Este problema, de indudable interés, es concienzudamente desarrollado por los autores; primero, como una amplia exposición de la bibliografía sobre el tema; después, con la descripción de las experiencias efectuadas. El lenguaje, de elevado tono técnico, no será acaso fácil para algunos no especialistas; pero las conclusiones, al resumir concretamente la mayor o menor eficacia de cada método, proporcionan, sin duda, referencias del mayor interés para la verificación de los combustibles en Aviación.*

Las limitaciones fijadas en los carburantes y lubricantes para Aviación, en lo que respecta a su facilidad para producir cuerpos oxidados y de otros tipos, genéricamente conocidos con el nombre de "gomas o resinas", obliga a la determinación de la mayor o menor existencia de los hidrocarburos capaces de producirlos; por este motivo, y aun cuando no está perfectamente definida la relación entre aquéllos y las "gomas", es norma corriente y de gran orientación el conocimiento del número de iodo de los cuerpos utilizados en nuestro Servicio.

Por otra parte, la estrecha colaboración existente entre el productor y el usuario se traduce en la fijación del origen y procedimiento de obtención de los carburantes, obligados por ciertas condiciones de utilización, admitiéndose únicamente, la gasolina de destilación directa y no las producidas por "cracking" térmico ni las de polimerización, cuyo contenido en hidrocarburos de doble enlace la hacen prohibitiva para nuestro uso. El productor, por su parte, tiene interés en entregar productos que, reuniendo las condiciones exigidas por nuestro consumo, hayan sido producidos con los más altos rendimientos y menores pérdidas en el tratamiento químico, puesto que un ataque excesivo por ácido sulfúrico trae como consecuencia una disminución en el índice de octano, al ser eliminados excesivamente ciertos hidrocarburos olefínicos.

Por ello se precisa la fijación de un valor de no-saturación en la gasolina que, sin definir exactamente el contenido de dobles enlaces, puesto que se desconoce el peso molecular de los componentes, permita su uso en nuestro caso. Este valor viene definido por el número de iodo que expresa los gramos del mismo adicionados a 100 gramos de la sustancia en ciertas condiciones experimentales.

Así, pues, este trabajo sistemático no trata de conocer qué método da valores más reales, acerca de lo cual hay abundante bibliografía, que se cita, sino decidir aquel que proporcione valores más constantes y de más fácil reproducción, condición imprescindible para una eficaz verificación en los diversos laboratorios

de nuestro Servicio. Una relación entre este valor, así determinado, y el comportamiento del combustible y lubricante en el motor ha de fijar los contenidos máximos admisibles con el método seleccionado.

Las reacciones de adición entre los halógenos y cierto tipo de hidrocarburos, perfectamente conocidas, son específicas, en ciertas condiciones experimentales, del doble enlace. En efecto, adoptando el principio propuesto por Ostwald, de que todo sistema tiende hacia el estado en el que se consiga la máxima entropía, Michael sustituye la palabra entropía por la expresión "neutralización química"; es decir, la neutralización de la energía química o afinidad de los átomos. Este principio, detenidamente desarrollado, fija el mecanismo de las reacciones de adición en los átomos de carbono unidos por un doble enlace.

Para este trabajo se han tomado dos gasolinas del tipo normalmente usadas en nuestro Servicio, importada una de ellas y obtenida la otra por la Compañía Española de Petróleos, respondiendo a las siguientes características técnicas:

CARACTERÍSTICAS	Gasolina base TR XAS	Gasolina base CEPESA
Origen.....	Importada.....	Destilación directa obtenida en la Refinería de Tenerife a partir del crudo Jusepin.
Densidad a 15° C.....	0,728.....	0,711
N <sup>2</sup> <sub>D</sub> .....	1,4060.....	1,397
Presión vapor Reid a 37,8° C.....	0,53 kg/cm. <sup>2</sup> .....	0,57 kg/cm. <sup>2</sup>
Resinas actuales.....	2 mg/100 cc.....	1,5 mg/100 cc.
Prueba corrosión.....	Negativa.....	Negativa.
Prueba doctor.....	Buena.....	Buena.
Destilación A. S. T. M.....		
Punto 1.º.....	45° C.....	43° C.
Hasta 75° C.....	12 cc.....	25 cc.
Hasta 100° C.....	62 cc.....	63 cc.
Hasta 125° C.....	92 cc.....	91 cc.
Ultimo punto.....	148° C.....	132° C.
Índice de octano según C. F. R.—A. S. T. M.....	71.....	74
Plomo etilo para 84-I. O.....	0,4 0/00 en vol.	0,32 0/00 en vol.
Plomo etilo para 87-I. O.....	0,7 0/00 en vol.	0,6 0/00 en vol.

Y el aceite de ricino, de producción nacional y de uso correcto en Aviación, tiene las siguientes características:

Densidad a 20° C .....	0,9534
Viscosidad a 20° C .....	145° E
" a 50° C .....	18,5° E
" a 100° C .....	2,8° E

Índice de acidez: 1,5 gramos ácido oleico por cien gramos, estando las restantes incluídas en las exigidas por nuestras normas.

### PARTE BIBLIOGRAFICA

El método de Hübl data del año 1884 (1) y el de Wijs del 1898 (2). Son los primeros métodos conocidos para la determinación del número de iodo. Sobre ambos métodos hizo un estudio, en los años 1905 y 1906, E. Graefe (3), encontrando una gran dependencia de los valores obtenidos con la duración del tiempo de contacto, dando el autor la preferencia al método de Wijs, por dar valores más fáciles de reproducir, ya que la disolución acética de monoclóruo de iodo, empleada en este método, es más estable que la de iodo clóruo mercúrico, empleada por Hübl.

Sobre esta dependencia del número de iodo con el tiempo de contacto comunica también O. Routala, en el año 1912 (4), al ensayar los métodos anteriores sobre gasolinas americanas.

El método de Hanus (5) fué dado a conocer en el año 1901, y desde entonces han sido muchos los trabajos en que este método se ha empleado; entre ellos puede citarse a J. Marcuson (6), W. Röderer (7) y A. Wisikin (8), quienes deducen que el tiempo de contacto tiene influencia sobre el valor del número de iodo; otros autores, entre ellos J. B. Tutte (9), y recientemente H. Grosse-Oetringhaus (10), recomiendan, sin embargo, el método de Hanus para el análisis de gasolinas, sobre todo cuando el número de iodo no es demasiado elevado.

W. R. Röderer, en el año 1920 (11), hace, sobre derivados del petróleo y del alquitrán de lignito, un estudio comparativo con los métodos de Winkler (12), el de Wijs y el de Hübl, modificado por Waller (13); con el método de Hübl observa fuertes desviaciones, que atribuye a fenómenos de sustitución. Con la disolución de Wijs no se atacaron, en un tiempo de contacto de ocho horas, los hidrocarburos parafínicos, aromáticos y nafténicos.

Un estudio detenido sobre los métodos de Wijs y Hanus fué publicado en el año 1921 por W. Faraghel, W. A. Gruse y F. H. Garner (14); estos métodos fueron probados con distintas gasolinas de "cracking" y con los siguientes hidrocarburos: 2-metil-buteno-1 y 2-metil-buteno-2, exeno-n, i-exeno, hepteno-n, octeno, ceteno, cicloexeno, isopreno, hexadieno, heptadieno y cicloexadieno, observándose que mientras en las monoolefinas los números de iodo obtenidos concuerdan bastante bien con los valores teóricos, empleando un tiempo de contacto de 10-120 minutos y un exceso de halógeno, en los dienos, al cabo de dos horas, se había saturado un doble enlace. El exano, benzol, cicloexano y xilol no fueron atacados. Estos autores juzgan bastante satisfactoriamente a los métodos de Hanus y Wijs.

Otro método empleado para la determinación del número de iodo es el de P. c. Mc. Ilhiney (15). Sobre la poca eficacia de este método existen diversas comunicaciones, en las que se prueba la separación de hidrácido; entre ellas puede citarse recientemente a H. P. Kaufmann y H. Grosse-Oetringhaus (16) y H. Grosse-Oetringhaus (17). En este último trabajo se han empleado distintos halógenos, como Br. Cl I y Br I, disueltos en CCl<sub>4</sub>, como propuso Mc. Ilhiney en distintas gasolinas y aceites lubricantes; en todos los casos el resultado ha sido deficiente.

Anteriormente había sido ya empleado el Br I, disuelto en CCl<sub>4</sub>, por E. M. Johansen (18), quien comparó los valores obtenidos por este camino con los obtenidos con el primitivo método de Mc. Ilhiney y el de Hanus. Los números de iodo, según Hanus, son siempre considerablemente más altos.

El método rápido de Margosches (19) fué probado por los mismos autores sobre destilados de petróleo. Posteriormente ha sido modificado por E. Galle (20) para su empleo en las gasolinas, utilizando una mezcla de éter-acetona (1:3) o alcohol amílico-alcohol etílico, con lo que obtiene resultados satisfactorios; sin embargo, H. Grosse-Oetringhaus (17) deducen en la mayoría de los casos, valores bajos, y en los aceites lubricantes resulta inutilizable, con excepción de los que tienen gran cantidad de aceites grasos.

F. H. Garner (21) recomienda el método de Hanus. El empleo de la disolución de bromo y sulfato de piridina en ácido acético, propuesta por K. W. Rosenmund y W. Kuhnenn (22), da valores que aumentan considerablemente con el tiempo de reacción en los aceites minerales americanos, según han visto V. Kubelka, I. Wágner y S. Zuravlev (23).

H. Tropsch y H. Koch (24) emplean el método de Wijs sobre la gasolina sintética obtenida a partir del gas de agua (síntesis de Fisher y Tropsch), obteniendo valores de números de iodo independientes del tiempo de reacción; también obtienen valores que concuerdan con los teóricos en distintas olefinas separadas de aquel carburante sintético.

En el año 1928 H. P. Kaufmann (25) introdujo en el análisis de grasas el empleo del radical sulfocian libre, que ha sido ensayado por G. Hugel y Krassilchik en 1930 (26) sobre una serie de monoolefinas, cicloexeno, estírol, alilbenceno, isopreno y diferentes terpenos. Los autores hacen ya notar las dificultades de conseguir determinaciones exactas, por la facilidad con que se descompone la disolución de sulfocian. Los valores obtenidos están a veces muy próximos a los teóricos; en otros casos, no obstante, hay grandes desviaciones.

Estos ensayos permiten observar que con olefinas puras se consigue alcanzar el valor teórico al cabo de treinta horas, y, en cambio, el isopreno adiciona únicamente un Mol de sulfocian. Los hidrocarburos saturados (m-xilol, tetralina, pseudocumol) apenas si son atacados.

En el año 1937 propusieron por primera vez H. P. Kaufmann y H. Grosse-Oetringhaus el empleo de una disolución de JSCN en benzol para la determinación del número de iodo de las mezclas de hidrocarburos; esta disolución tiene la ventaja, frente a la disolución del sulfocian libre, de ser completamente estable y

prestarse por ello mejor para la determinación del número de iodo. Los mismos autores han modificado posteriormente su método (16), aumentando la concentración de la disolución, que era de 1/10 N, hasta 1/5 N, y empleando como disolvente  $\text{CCl}_4$  en lugar de bencol.

El método de Kaufmann (27), que emplea una disolución de bromo en metanol saturado con NaBr, ha sido recomendado recientemente por G. D. Galpern y J. W. Winogradowa (28) para el análisis de mezclas de hidrocarburos. Asimismo H. Grosse-Oetringhaus (17) recomienda también este método para las gasolinas, especialmente en las de alto número de iodo, empleando  $\text{CCl}_4$  como disolvente y siete-ocho horas de contacto. En este mismo trabajo los autores hacen un estudio comparativo sobre un gran número de gasolinas y aceites minerales con los métodos de Hanus, Wijs, Kaufmann, Margosches (Galle) y Mc. Ilhiney, así como el método de Kaufmann y Lutenberg (29), para determinar el número de iodo parcial.

H. J. Hofmann (30), en el año 1939, con el método de Mc. Ilhiney, obtiene valores difíciles de reproducir en distintos aceites lubricantes, y, por el contrario, H. Hoog y E. Eichwald (31) obtienen otros para el número de iodo por el método de Mc. Ilhiney, que concuerdan bien con los teóricos en una serie de distintas olefinas sintéticas, como penteno-2, hexeno-2 (—3), 3-metil-penteno-2, 2-2-dimetilpenteno-3, 2-4-dimetilpenteno-2, octeno-2, 3-metil-hepteno-2 y 2-3-dimetilhexeno-2 (—3).

En este mismo año de 1939 realiza M. Richter (32) un estudio comparativo sobre ciclopenteno y algunas gasolinas con los métodos de Mc. Ilhiney, Wijs, Hübl, Hanus y Kaufmann. Los valores obtenidos varían bastante de uno a otro método; los más bajos son los obtenidos con el método de Hübl, y los más altos, los obtenidos con el de Hanus. El método de Mc. Ilhiney no da resultados concordantes.

Hace únicamente unos meses, Herbert Koch y Friedrich Hilberath (33) han publicado un estudio comparativo, con distintos métodos de determinación de número de iodo, sobre diferentes hidrocarburos no saturados, aislados por ellos mismos de la gasolina sintética de Fisher, encontrando una dependencia entre la estructura de los hidrocarburos y la inclinación a las sustituciones.

## PARTE EXPERIMENTAL

Entre los diversos métodos citados en la parte bibliográfica de este trabajo se han elegido, para el estudio sistemático, aquellos que han demostrado ser los más eficaces y mejor comprobados; por ello hemos utilizado los métodos de Hanus, Hübl, H. Grosse-Oetringhaus, Wijs, Kaufmann y Grosse-Oetringhaus, y el de iodo parcial sobre los productos ya indicados anteriormente.

### Método de Hanus.

Se emplea una disolución de 10 gr. de monobromuro de iodo en 500 cc. de ácido acético de 96-100 por 100.

Como disolvente para la sustancia en examen se emplean 15 cc. de  $\text{CHCl}_3$ . En algunos ensayos efectuados con  $\text{CCl}_4$  como disolvente los valores han resultado notablemente más bajos y difíciles de reproducir.

La causa de este fenómeno ha sido ya investigada por H. J. Hofmann (30), como una reacción general del  $\text{Cl}_4\text{C}$ , que separa hidrácido de los hidrocarburos. La cantidad pesada de sustancia (en las gasolinas se mide en volumen) se disuelve en el  $\text{CHCl}_3$ , en un matraz Erlenmeyer de 500 cc. con tapón esmerilado, añadiéndole 25 cc. de la disolución de monobromuro de iodo; se agita y se deja reposar en la oscuridad durante el tiempo necesario, siendo ésta la variable estudiada. Se le añaden después 15 cc. de disolución de IK al 10 %, lavando bien el tapón y las paredes del matraz con agua destilada, y se valora el exceso de halógeno con disolución de  $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$  N/10, empleando almidón como indicador. Al mismo tiempo se hace una prueba en blanco en las mismas condiciones.

El tiempo de contacto se ha ido variando entre diez minutos y dos horas, pudiendo observarse los resultados obtenidos en el cuadro número 1:

CUADRO N.º 1.—NUMERO DE IODO, SEGUN HANUS, DEL ACEITE DE RICINO Y LAS DOS GASOLINAS BASES DE AVIACION

TIEMPO DE CONTACTO	NUMERO DE IODO SEGUN HANUS		
	Aceite ricino	Gasolina Texas	Gasolina Cepsa
10 minutos. . . . .	82,3	1,24	0,74
15 id. . . . .	83,1	—	—
20 id. . . . .	82,6	1,20	0,74
30 id. . . . .	82,3	1,24	0,75
1 hora. . . . .	83,1	1,23	0,74
2 horas. . . . .	83,2	1,24	0,75

### Método de Hübl.

Como reactivo se emplean dos disoluciones: una de 25 grs. de iodo en 500 cc. de alcohol de 95° purísimo, y otra de 30 grs. de cloruro mercúrico en 500 cc. de alcohol de la misma graduación. Estas dos disoluciones se mezclan en volúmenes iguales unas cuarenta y ocho horas antes de la determinación, utilizándose también como disolvente 15 cc. de cloroformo. A la sustancia pesada y disuelta en cloroformo se le añaden 25 cc. de la mezcla en volúmenes iguales de las dos disoluciones de iodo y cloruro mercúrico, y se procede después como en el método de Hanus.

El tiempo de contacto, de los reactivos con el problema, se ha variado entre media y cuarenta y ocho horas, indicando los resultados obtenidos en el cuadro número 2.

CUADRO N.º 2.—NUMERO DE IODO, SEGUN HÜBL, DEL ACEITE DE RICINO Y LAS DOS GASOLINAS BASES DE AVIACION

TIEMPO DE CONTACTO	NUMERO DE IODO SEGUN HÜBL		
	Aceite ricino	Gasolina Texas	Gasolina Cepsa
1/2 hora. . . . .	71,5	1,1	0,6
1 id. . . . .	77,0	1,11	0,63
2 horas. . . . .	78,6	1,13	0,69
3 id. . . . .	80,0	1,15	0,69
5 id. . . . .	81,5	1,16	0,73
10 id. . . . .	84,2	—	0,76
24 id. . . . .	92,0	1,31	0,83
48 id. . . . .	—	1,37	0,9

**Método de H. Grosse-Oetringhaus.**

Se emplea una disolución de monocloruro de iodo en metanol saturado con  $Cl_2Ca$ , que se prepara calentando en un matraz, con refrigerante a reflujo, el alcohol metílico con la mitad, aproximadamente, de su volumen de  $Cl_2Ca$  seco, y filtrando, después de frío; a esta disolución se le añade la correspondiente cantidad de monocloruro de iodo (16 grs. por litro).

Se emplean en cada determinación 25 cc. de la disolución anterior, y como disolvente se utilizan 10 centímetros cúbicos de  $CHCl_3$ . El resto de la técnica operatoria es similar a los anteriores métodos, habiéndose variado el tiempo de contacto entre dos y sesenta horas.

Los resultados obtenidos se resumen en el cuadro núm. 3.

**CUADRO N.º 3.—NUMERO DE IODO, SEGUN H. GROSSE-OETRINGHAUS, DEL ACEITE DE RICINO Y LAS DOS GASOLINAS BASES DE AVIACION**

TIEMPO DE CONTACTO	NUMERO DE IODO, SEGUN H. GROSSE-OETRINGHAUS		
	Aceite de ricino	Gasolina Texas	Gasolina Cepsa
2 horas. . . . .	78,2	0,76	0,4
5 id. . . . .	80,8	0,81	0,52
10 id. . . . .	81,4	0,9	0,58
24 id. . . . .	82,0	1,09	0,67
48 id. . . . .	82,5	1,16	0,74
60 id. . . . .	—	1,21	0,75

**Método de Wijs.**

En este método se emplea una disolución acética de monocloruro de iodo, que se prepara disolviendo, por separado, 8 grs. de tricloruro de iodo puro y 8,5 gramos de iodo en ácido acético glacial purísimo. Ambas disoluciones se reúnen en un matraz aforado de un litro, y se completa con ácido acético. El  $CCl_4$  es el disolvente utilizado—10 cc.—en lugar de cloroformo.

El resto de las operaciones es idéntico al de los métodos anteriores, variando en nuestro caso el tiempo de contacto entre media y veinticuatro horas.

Los resultados obtenidos se dan en el cuadro número 4.

**CUADRO N.º 4.—NUMEROS DE IODO, SEGUN WIJS, DEL ACEITE DE RICINO Y LAS DOS GASOLINAS BASES DE AVIACION**

TIEMPO DE CONTACTO	NUMERO DE IODO, SEGUN WIJS		
	Aceite ricino	Gasolina Texas	Gasolina Cepsa
1/2 hora. . . . .	79,5	1,24	0,70
1 id. . . . .	80,0	1,30	0,73
2 horas . . . . .	80,8	1,34	0,76
3 id. . . . .	81,2	1,38	0,79
5 id. . . . .	82,5	1,44	0,85
24 id. . . . .	88,5	1,68	0,96

**Número de iodo parcial.**

Como reactivo, se emplea una disolución de 20,5 gramos de monobromuro de iodo en un litro de metanol, saturado con  $NaBr$ , y como disolvente, se utiliza el  $CHCl_3$ , ya que, según observó H. Grosse-Oetringhaus (17), el empleo de  $CCl_4$  ó de una mezcla a partes iguales de  $CHCl_3$  y  $CCl_4$ , como propusieron Kaufmann y Lutenberg (29), da valores más dispares y de peor concordancia con los otros métodos ensayados.

El tiempo de contacto se ha variado entre dos y sesenta horas, y los resultados obtenidos se indican en el cuadro núm. 5.

**CUADRO N.º 5.—NUMEROS DE IODO PARCIAL DEL ACEITE DE RICINO Y LAS DOS GASOLINAS BASES DE AVIACION**

TIEMPO DE CONTACTO	NUMEROS DE IODO PARCIAL		
	Aceite ricino	Gasolina Texas	Gasolina Cepsa
2 horas. . . . .	58,5	0,75	0,46
5 id. . . . .	61,0	0,92	0,51
10 id. . . . .	61,4	0,94	0,55
24 id. . . . .	62,3	1,01	0,60
48 id. . . . .	65,5	1,06	0,66
60 id. . . . .	67,5	1,07	0,68

**Método de Kaufmann y Grosse-Oetringhaus.**

Como reactivo se emplea una disolución de 1/5 n. de JSCN en  $CCl_4$ .

Las gasolinas empleadas en las determinaciones fueron desecadas previamente con sulfato sódico, siendo el disolvente usado 10 cc. de  $CCl_4$ .

Es necesario, para evitar la hidrólisis, añadir un gran exceso de disolución de IK al 10 por 100 (50 cc.) al realizar la valoración del JSCN sobrante.

El tiempo de contacto se ha variado entre media y cuarenta y ocho horas, y se dan los valores obtenidos en el cuadro núm. 6.

**CUADRO N.º 6.—NUMEROS DE IODO, SEGUN KAUFMANN Y GROSSE-OETRINGHAUS, DEL ACEITE DE RICINO Y LAS DOS GASOLINAS BASES DE AVIACION**

TIEMPO DE CONTACTO	Numeros de iodo, según Kaufmann y Grosse-Oetringhaus		
	Aceite ricino	Gasolina Texas	Gasolina Cepsa
1/2 hora. . . . .	79,5	1,15	0,65
1 id. . . . .	80,6	1,	0,68
2 horas . . . . .	81,5	1,21	0,71
5 id. . . . .	83,5	1,24	0,76
10 id. . . . .	83,6	—	0,75
24 id. . . . .	83,8	1,23	0,75
48 id. . . . .	83,5	1,23	—

**DISCUSION DE LOS RESULTADOS**

La tabla núm. 7 resume los resultados obtenidos por nosotros, aplicando los diversos métodos utilizados, sobre los tres productos elegidos, en función del

tiempo de contacto. Estos mismos valores se representan gráficamente en las figuras 1, 2 y 3.

Siguiendo el criterio establecido al principio de este trabajo, será un método de interés para nuestro caso aquel que proporcione valores constantes y que sirvan de base para iniciar un estudio de comportamiento del combustible y lubricante en el motor.

En este caso parece encontrarse los métodos de Hanus y del JSCN, los cuales dan valores constantes a partir de un cierto tiempo de contacto, siendo éste bastante pequeño, lo que facilita grandemente la realización del método. Por otra parte, este tiempo es menor para el de Hanus que para el del JSCN.

El de Grosse-Oetringhaus es también aceptable, siempre que los reactivos permanezcan en contacto por espacio de tiempo superior a las cuarenta y ocho horas. El del yodo parcial seguramente llegaría a dar valores constantes con los productos ensayados, siempre que los tiempos sean muy elevados; desde luego, más de sesenta horas, puesto que hasta este valor el más alto usado, la curva sigue en forma ascendente. Por esta circunstancia, carece de valor práctico para nuestro caso.

Los demás métodos dan valores no constantes y, desde luego, son superiores a los que dan los anteriores, lo que parece indicar que se verifican fenómenos de sustitución, según ya demostró Herbert Koch y F. Hilberath (33).

Laboratorio de Química y Combustibles.  
Madrid y noviembre de 1940.

### CITAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) A. V. Hübl.—*Dinglers politechn Journ.*, 253, 281 (1884).
- (2) J. J. Wijs.—*Ber. deutsch. chem. Ges.*, 31, 750 (1898).
- (3) E. Graefe.—*Z. angew. chem.*, 18, 1580 (1905), y *Petroleum*, 1, 631 (1906).
- (4) O. Routala.—*Chem. Ztrbl.*, 1912, II, 638.
- (5) J. Hanus.—*Z. Unters. Nahrungs. u. Genussmittel*, 4, 913 (1901).
- (6) J. Marcuson.—*Petroleum*, 12, 1149 (1916).
- (7) W. Röderer.—*Z. angew. chem.*, 33, 235 (1921).
- (8) A. Wiskin.—*Chem. Abstr.*, 18, 2956 (1924).
- (9) J. B. Tuttle.—*Chem. Ztrbl.*, 1914, II, 269.
- (10) H. Grosse-Oetringhaus. — *Ol. u Kohle/Erdöl u Teer*, 14, 94 (1938).
- (11) W. R. Röderer.—*Z. angew. chem.*, 33, 235 (1920).
- (12) L. W. Winkler.—*Pharmacopöia Hungarica*, 3, 11 (1909).
- (13) Waller.—*Chemiker Ztg.*, 19, 1786, 1831 (1895).
- (14) W. F. Faragher, W. A. Gruse y F. H. Garner.—*Ind. Engng. Chem.*, 13, 1.044 (1921).
- (15) P. Mc. Ilhiney.—*J. Amer. Chem. Soc.*, 16, 275 (1894), 24, 1109 (1902).
- (16) H. P. Kaufmann y H. Grosse-Oetringhaus.—*Ber. deutsch. chem. Ges.*, 70, 911 (1937).
- (17) H. Grosse-Oetringhaus. — *Brenstoff Chemie.*, 19, 417 (1938).
- (18) E. M. Johansen.—*Ind. Engng. Chem.*, 14, 288 (1923).
- (19) B. M. Margosches, W. Hinner y L. Friedmann.—*Z. angew. chem.*, 37, 334 (1924).
- (20) E. Galle.—*Z. angew. chem.*, 44, 474 (1931).
- (21) F. H. Garner.—*J. Instn. Petrol. Technologists.*, 14, 695, (1928).
- (22) K. W. Rosenmund y W. Kuhnheym.—*Z. Unters. Nahrungs u. Genussmittel*, 46, 154 (1923).
- (23) V. Kuhelka I. Wágner y S. Zuravlev. — *Ref. Chem. Ztrbl.*, 1930, I, 303.
- (24) H. Tropsch y H. Koch. — *Brennstoff Chem.*, 10, 337 (1929).
- (25) H. P. Kaufmann.—*Seifensieder. Ztg.*, 55, 297 (1928).
- (26) G. Hugel y Krassilchik.—*Chim. et Ind.*, número extraordinario, marzo 1930.
- (27) H. P. Kaufmann.—*Z. Unters. Lebensmittel*, 51, 3 (1926).
- (28) G. D. Galpern y I. W. Winogradowa.—*Ref. Chem. Ztrbl.*, I, 133).
- (29) H. P. Kaufmann y Ch. Lutenberg. — *Ber. deutsch. chem. Ges.*, 62, 392 (1929).
- (30) H. J. Hofmann.—*Angew. Chem.*, 52, 99 (1939).
- (31) H. Hoog y E. Eichwald.—*Recueil Trav. chim. Pays Bas.*, 58, 481 (1939).
- (32) M. Richter.—*Oel Kohle Erdöl Teer*, 15, 69 (1939).
- (33) Herbert Koch y Friedrich Hilberath.—*Brennstoff Chemie*, 21, 185 (1940).

CUADRO N.º 7.—RESULTADO DE LAS DETERMINACIONES DEL NUMERO DE IODO EN EL ACEITE DE RICINO Y EN LAS DOS GASOLINAS DE AVIACION

Tiempo de contacto	ACEITE DE RICINO						GASOLINA TEXAS						GASOLINA C. E. P. S. A.						
	Hanus	Hübl.	H. Grosse Oetringhaus	Wijs.	Iodo Parcial	Jscn.	Hanus	Hübl.	H. Grosse Oetringhaus	Wijs.	Iodo Parcial	Jscn.	Hanus	Hübl.	H. Grosse Oetringhaus	Wijs.	Iodo Parcial	Jscn.	
10 minutos.	82,3						1,24						0,74						
20 id.	82,6						1,24						0,74						
30 id.	82,3	71,5		79,5		79,5	1,22	1,1		1,24		1,15	0,75	0,60		0,70			0,65
1 hora.	83,1	77,0		80,0		80,0	1,23	1,11		1,30		1,17	0,74	0,63		0,73			0,68
2 id.	83,2	78,6	78,2	80,0	58,5	81,5	—	1,13	0,76	1,34	0,75	1,21	0,75	0,69	0,4	0,76	0,46		0,71
5 id.		81,5	80,8	82,5	61,0	83,5	1,24	1,16	0,81	1,44	0,92	1,24		0,73	0,52	0,85	0,51		0,76
10 id.		81,2	81,4	—	61,4	83,6	—	—	0,9	—	0,94	—	—	0,76	0,58	—	0,55		0,75
24 id.		92,0	82,0	88,5	62,3	83,8	—	1,31	1,09	1,68	1,01	1,23		0,83	0,67	0,96	0,6		0,75
48 id.			82,5	—	65,5	83,5	—	1,37	1,16		1,06	1,23		0,9	0,74		0,66		
60 id.		—	—	—	67,6	—	—	—	1,21	—	1,07	—	—	—	0,75		0,68		
15 id.		87,0																	

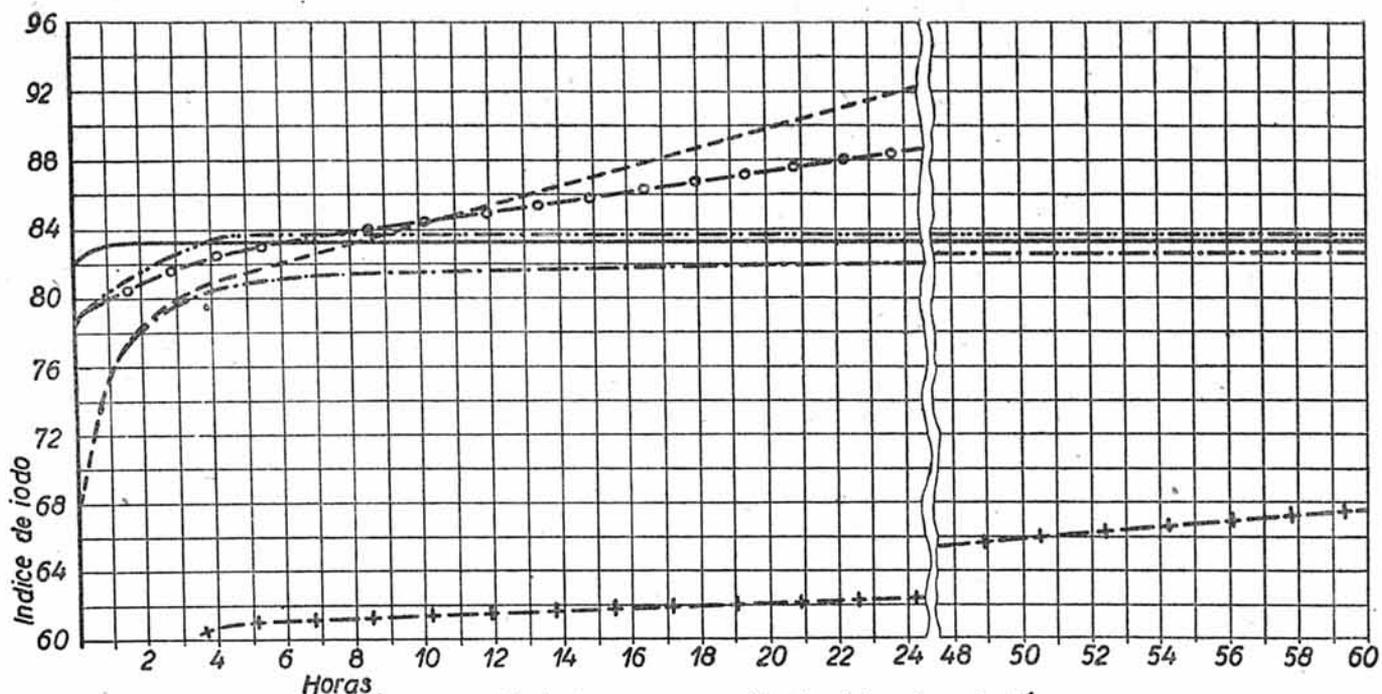


Fig.1-Indice de iodo, según 6 procedimientos, en un aceite de ricino de aviación.

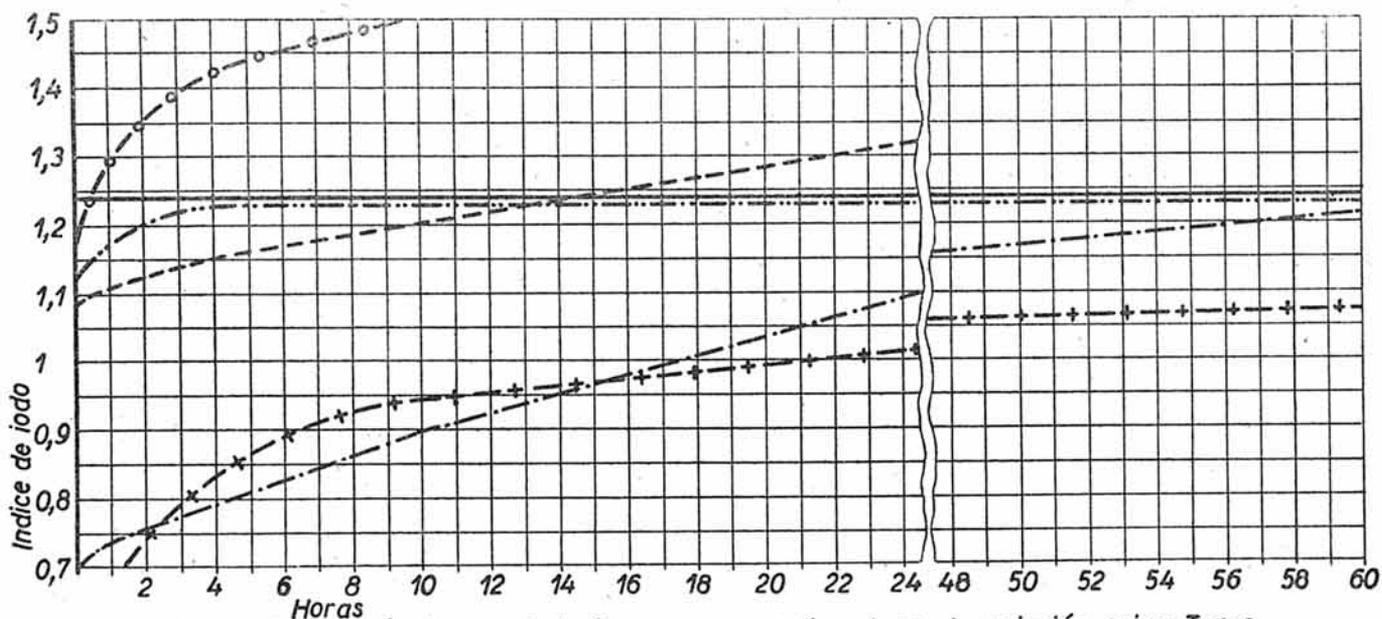


Fig.2-Indice de iodo, según 6 procedimientos, en una gasolina base de aviación, origen Texas.

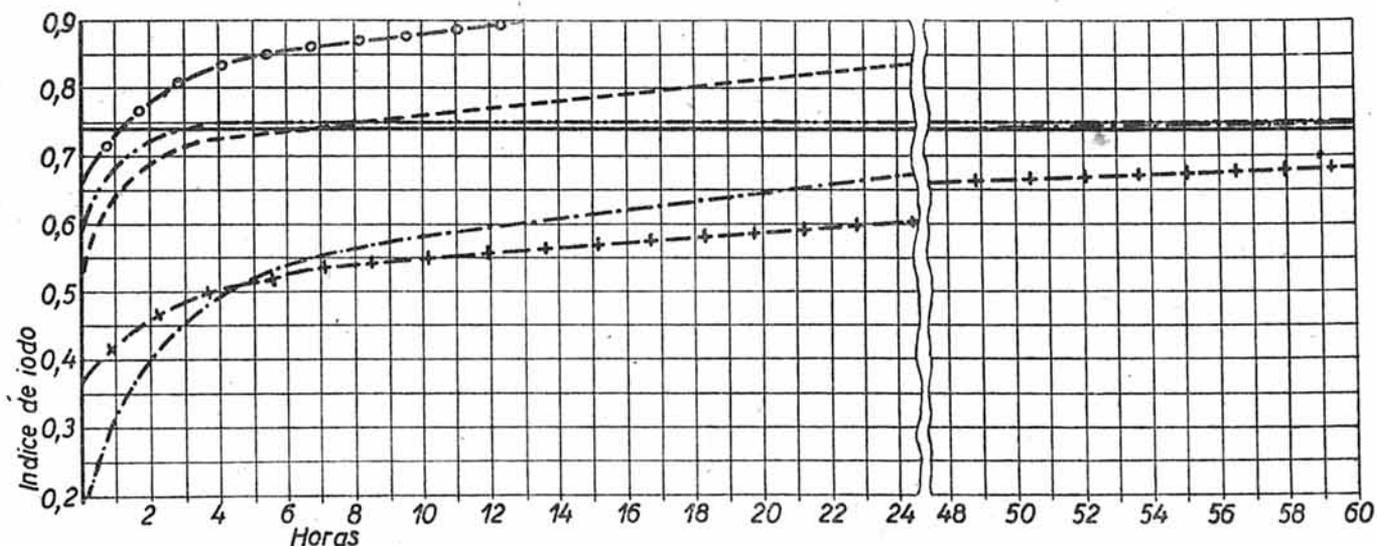


Fig. 3-Indice de iodo, según 6 procedimientos, en una gasolina base de aviación, origen Cepsa.

— Hanus                      —○—○— Wijs  
 - - - Hübl                    - + - + - Iodo parcial  
 - · - · - H.Grosse Oelringhaus    · · · · · JSCN