

Instituto Tecnológico y de Estudios
Superiores de Monterrey

ESCUELA DE INGENIERIA

DETERMINACION DEL EQUILIBRIO LIQUIDO
LIQUIDO PARA EL SISTEMA ALCOHOL
FURFURILICO-n-OCTANO-TOLUENO
A LA TEMPERATURA DE 30° C.

TESIS PROFESIONAL QUE PRESENTA
JORGE AGUILERA ORTIZ
EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

1960

TL
QD30
.A4
A3
c.1

550



1080094227

169

autor: Jorge Aguilera Ortiz

tesis: "Determinación del equilibrio líquido para el sistema alcohol furílico-n-octano-tolueno a la temperatura de 30°C"

Este libro debe ser devuelto, a más tardar, en la última fecha sellada. Su retención más allá de la fecha de vencimiento causa multa a razón de \$1,00 diario.

5.39

--	--	--	--

QD305

A4

A3

c.1

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY.

ESCUELA DE INGENIERÍA.

"DETERMINACION DEL EQUILIBRIO-LIQUIDO-LIQUIDO PARA EL SISTEMA
ALCOHOL FURFURILICO-NOCTANO-TOLUENO A LA TEMPERATURA
DE 30°C "

Tesis Profesional que presenta

JORGE AGUILERA ORTIZ

en opción al Título de

INGENIERO QUIMICO

MONTERREY, N. L.,

JUNIO DE 1960.



INDICE

	Página
I.- RESUMEN.	1
II.- INTRODUCCION.. . . .	2
III.- PARTE TEORICA	3
a) Sistemas de tres componentes.	3
b) Aplicación de la ley de las fases	6
c) Distribución.	7
d) Correlación de Othmer-Tobias.	9
IV.- PARTE EXPERIMENTAL.	11
a) Equipo	11
b) Substancias empleadas	12
c) Procedimiento	13
d) Resultados.	15
V.- DISCUSION DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES	24
VI.- BIBLIOGRAFIA.	25

1.- RESUMEN.

En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos al estudiar el equilibrio líquido-líquido para el sistema alcohol furfurílico-noctano-tolueno a la temperatura de 30° C.

Se utilizó el método sintético descrito por Taylor (16) para la construcción del diagrama triangular. El procedimiento experimental utilizado se adapta principalmente al usado por Washburn et al. (20).

Se comprobó la consistencia de las líneas de unión por el método de Othmer-Tobias (11).

Se determinó el punto crítico de solubilidad por extrapolación gráfica, usando el método descrito en las Tablas Críticas Internacionales (8).

Se reportan gráficas de: índice de refracción vs. fracción peso de tolueno; curva binodal-datos de saturación, curva binodal-datos de equilibrio; correlación de Othmer-Tobias; fracción peso de tolueno en la fase rica en noctano vs. fracción peso de tolueno en la fase rica en alcohol furfurílico.

El sistema estudiado no presenta solutropía.

II.- INTRODUCCION

En el diseño de equipo para extracción líquido-líquido es necesario el conocimiento completo de los datos de equilibrio del sistema con que se opera.

Se han propuesto varios métodos para estimar las relaciones de equilibrio en sistemas ternarios líquidos a partir de las propiedades de los pares de líquidos (12) (17), pero los cálculos que involucran son tediosos y los resultados no siempre son precisos. Para la mayoría de los sistemas no se necesitan datos experimentales completos. Existen varios métodos (1), (3), (11) que permiten predecir la distribución a partir de la curva de solubilidad y de dos o tres líneas de unión, conocidas con precisión.

Extensas listas de sistemas ternarios líquidos con la referencia del artículo original se han publicado (7), (13), (14). La información disponible comprende la curva binodal y por lo menos dos líneas de unión.

El estudio experimental para la construcción de los diagramas ternarios de solubilidad puede realizarse con los líquidos en frascos abiertos a la presión atmosférica o en frascos sellados en presencia de la fase vapor cuya presión puede variar, pero en ambos casos, para propósitos prácticos, los resultados que se obtienen son casi los mismos. Por lo tanto la variable presión y la composición de cualquier vapor que se encuentre presente no se toman en cuenta en el presente trabajo.

III.- PARTE TEORICA.

a) Sistemas de tres componentes.

En el estudio de sistemas ternarios líquidos la temperatura se mantiene constante y el efecto de la presión en el equilibrio que es casi despreciable no se toma en cuenta.

Entonces el sistema es representado a temperatura y presión -- constante, trazando los porcentajes de los tres líquidos en un diagrama triangular del tipo descrito por Gibbs (5) y por Schreinmakers (15). El principio de esta forma de representar consiste en que si a partir de un punto dentro del triángulo equilátero, se trazan paralelas a los lados -- del triángulo, la suma de éstas distancias siempre es la misma é igual a un lado del triángulo. Tomando este lado como unidad y expresando las -- cantidades de los tres componentes como fracciones del total, es posible representar la composición de un sistema ternario por un punto en el diagrama.

Con sistemas de tres líquidos el comportamiento que puede presentarse depende de la naturaleza de las sustancias y de la temperatura -- experimental. Hay tres casos de miscibilidad parcial:

- 1o.- Formación de un par de líquidos parcialmente miscibles.
- 2o.- Formación de dos pares de líquidos parcialmente miscibles.
- 3o.- Formación de tres pares de líquidos parcialmente miscibles.

El sistema que actualmente nos ocupa corresponde al tipo I. To-

lueno y alcohol furfurílico así como tolueno y n-octano son completamente miscibles, mientras que alcohol furfurílico y n-octano son parcialmente miscibles.

El diagrama triangular que resulta en este caso presenta dos zonas diferentes: Una zona homogénea, donde los tres líquidos son completamente miscibles, y una zona heterogénea en la cual hay formación de dos capas líquidas. La separación de estas dos áreas está determinada por la curva de solubilidad que recibe también el nombre de curva binodal ya que en esta curva siempre existen dos valores de solubilidad relacionados.

Cualquier mezcla representada por un punto dentro de la zona heterogénea forma dos soluciones conjugadas ternarias en equilibrio, con composiciones determinadas por puntos sobre la curva binodal diametralmente opuestos. Al unir éstos por una línea de unión, ésta debe pasar por el punto que representa la composición total de la mezcla.

La pendiente de las líneas de unión va aumentando a medida que se incrementa la cantidad presente del tercer componente, indicando, en el presente trabajo que el tolueno es más soluble en la capa rica en n-octano que en la capa rica en alcohol furfurílico. Además la solubilidad mutua entre alcohol furfurílico y n-octano va aumentando, los extremos de las líneas de unión, se van aproximando, hasta que finalmente se encuentran en un punto en el cual las dos soluciones ternarias se hacen idénticas. Este punto se conoce como punto crítico y generalmente no se encuentra en el máximo de la curva binodal debido a la diferente distribución del tercer componente.

Se conocen pocos sistemas en los cuales cambia la dirección de la pendiente de las líneas de unión de tal forma que hay una línea de unión horizontal. Estos sistemas se dice que presentan eolotropía.

Debido a la notoria variación de la pendiente de las líneas de unión y a que generalmente se conocen pocas de ellas, cuando sea necesario conocer otras a partir de las existentes será indispensable un método para interpolar. Ese mismo método generalmente resulta bueno para estimar el punto crítico por extrapolación.

Un método gráfico que permite la estimación del punto crítico es descrito en las Tablas Críticas Internacionales. Líneas rectas paralelas a los lados del triángulo se trazan a partir de los extremos de las líneas de unión. Por los puntos de intersección obtenidos se traza una línea que generalmente resulta casi recta. Si esta línea se prolonga hasta encontrar la curva binodal, quedará determinada en el corte el punto crítico.

Como ya se indicó, los diagramas triangulares se presentan a temperatura y presión constantes. Si se desea representar al mismo tiempo el cambio con la temperatura, será necesario hacerlo a lo largo de ejes perpendiculares a las esquinas del triángulo, obteniéndose una figura prismática en la cual las isotermaas están representadas por secciones paralelas a la base.

Los cambios más notorios con la temperatura en un diagrama triangular son: al aumentar la temperatura aumenta la solubilidad mutua entre los tres componentes con una consiguiente disminución de la zona

heterogénea. El punto crítico se aproxima a la base del triángulo, lográndolo finalmente en un punto que por caer en un lado del triángulo no constituye el verdadero punto crítico ternario. El verdadero punto crítico ternario se presenta cuando el área encerrada por la curva binodal al aumentar la temperatura se va reduciendo hasta llegar a un punto en que a un aumento de temperatura los tres líquidos son soluble en todas proporciones.

Entre los métodos conocidos para la construcción de los diagramas triangulares el más utilizado es el descrito por Taylor (16); mezclas conocidas de dos de los líquidos se titulan con el tercer líquido hasta elevar la curva binodal, lo cual se nota por la aparición o desaparición de turbidez. A las mezclas resultantes se les determina alguna propiedad física conveniente como la densidad, el índice de refracción, la viscosidad, la tensión superficial, etc. Esta propiedad debe ser tal que varíe suficiente dentro del intervalo de composiciones. Las líneas de unión se determinan, preparando mezclas correspondientes a la zona heterogénea y las soluciones conjugadas resultantes se analizan por la propiedad física antes determinada.

b) Aplicación de la ley de las fases.

Según la ley de las fases, $F = C - P + 2$, el número de grados de libertad en un sistema de tres componentes está dado por:

$$F = 3 - P + 2 = 5 - P$$

A temperatura y presión constante resulta $F = 3 - P$. Fuera del área parabólica los tres componentes existen en una sola fase líquida por lo tanto: $P = 1$ y $F = 2$. Es decir, para definir el sistema completamente tienen -

que fijarse las concentraciones de dos de los componentes.

Dentro del área parabólica coexisten dos fases líquidas en equilibrio (a temperatura y presión constante) con composiciones determinadas por puntos definidos en la curva binodal, el sistema será univariante y - por lo tanto si se conoce la concentración de uno de los componentes en una de las fases, la concentración en la otra ya está fija.

En el punto crítico con la restricción de que las dos fases líquidas sean idénticas, el sistema es invariante y por lo tanto este punto está definido a temperatura y presión constante.

c) Distribución.

Cuando a un sistema de dos líquidos inmiscibles o ligeramente miscibles, se agrega una tercera sustancia soluble en ambas capas, se observa que la sustancia se distribuye entre las dos capas de una manera definida. Suponiendo que C_I y C_{II} son las concentraciones en las capas I y II respectivamente entonces a temperatura constante,

$$\frac{C_I}{C_{II}} = \text{constante } (K) \quad \text{---} \quad (1)$$

El valor de la constante K es independiente de la cantidad total presente de la sustancia disuelta, o sea, se distribuye entre las dos capas en una proporción constante. Esta relación constituye la ley de distribución.

Puesto que el proceso de distribución entre dos fases comprende una clase particular de moléculas, las condiciones son análogas a aquellas bajo las cuales se puede aplicar la ley de Henry. Por lo tanto una discusión del proceso de distribución cuando se haya establecido el equilibrio

incluye consideraciones cinéticas. El intercambio de soluto entre las dos fases obedece al siguiente mecanismo: la razón de transferencia de soluto de II a I es igual a la razón de transferencia de soluto de I a II.

Una manera de comprobar la expresión de la ley de distribución dada por la ecuación 1, es a partir de la aplicación de la ley de las fases a un sistema de tres componentes: puesto que hay dos fases en equilibrio (a temp. y presión constantes) el sistema es univariante. Si se conoce la concentración de soluto en una capa, la concentración en la otra ya está fija lo cual está de acuerdo con la ley de distribución.

La ley de distribución puede deducirse en una forma más explícita basándose en que si dos fases están en equilibrio a temperatura y presión definidas, el potencial químico de un componente dado es el mismo en cada fase. En la capa I el potencial químico del soluto puede ser expresado:

$$\mu_I = \mu_I^0 + RT \ln a_I$$

Y en la capa II:

$$\mu_{II} = \mu_{II}^0 + RT \ln a_{II}$$

donde a_I y a_{II} son las actividades en las dos capas en equilibrio los dos valores del potencial son iguales y puesto que μ_I^0 y μ_{II}^0 son constantes a temperatura y presión definida, tenemos:

$$\frac{a_I}{a_{II}} \text{ constante}$$

Esta es la expresión exacta de la ley de distribución, pero para propósitos prácticos puede ponerse en la forma aproximada de la ecuación 1 si se con

sidera soluciones diluídas y comportamiento ideal. Además la ley de distribución dada por la expresión 1 supone que el soluto no afecta la solubilidad entre las dos fases. Nemst (10) proporciona una serie de correcciones a la expresión simple dada por la ecuación 1 cuando ocurre disociación o "asociación". En sí no existe una expresión que pueda ser usada para describir en forma generalizada todas las situaciones.

Sin embargo parece resultar más fácil y conveniente la aplicación de métodos gráficos que requieren el conocimiento de dos líneas de unión determinadas experimentalmente con la mayor precisión posible.

d) Correlación de Othmer-Robias.

Trabajos previos: Bachman (1) encontró un método gráfico en que las líneas de unión de varios sistemas ternarios líquidos obedecen a una relación lineal, si las variables dependiente e independiente de las funciones de las concentraciones de los extremos de las líneas de unión, se escogen adecuadamente. Encontró que si A y B son los componentes inmiscibles y C el componente miscible de un sistema ternario líquido, una gráfica de % en peso de A en la fase rica en A vs. % peso de B en la fase rica en B produce una línea que cumple la siguiente ecuación:

$$a_1 + K b_2 = m a_2 b_2 \quad \text{----- (1)}$$

En la anterior ecuación y en las siguientes a_1 y b_1 son las fracciones peso respectivamente de A y B en la fase rica en A; a_2 y b_2 son las correspondientes fracciones peso en la fase rica en B, m y K son constantes. Dividiendo la ecuación 1 entre b_2 nos resulta la expresión que utilizó Bachman

$$\frac{a_1}{b_2} = n a_1 - K \quad \text{-----} \quad (2)$$

Puesto que la forma de la ecuación anterior no tiene significado físico aparente, Ötcher-Tobías modificaron la expresión anterior basándose en que en la mayoría de los sistemas ternarios examinados por Bachman los componentes A y B son prácticamente inmiscibles. Por lo tanto los diagramas ternarios en que es aplicable esto, en las extremidades de la base del triángulo se satisfacen: $a_1 = 1$ y $b_2 = 1$, aplicando esto a la ecuación 2 se tiene:

$$-K = 1 - n \quad \text{-----} \quad (3)$$

sustituyendo (3) en (1) y reorganizando se tiene:

$$a_1 = n a_1 b_2 + b_2 (1 - n) \quad \text{-----} \quad (4)$$

restando $a_1 b_2$ de ambos lados de la ecuación (4) se tiene:

$$a_1 - a_1 b_2 = n a_1 b_2 - a_1 b_2 + b_2 (1 - n) \quad \text{-----} \quad (5)$$

tomando factores en la ecuación 5) se tiene:

$$a_1 (1 - b_2) = b_2 (1 - n) (1 - a_1) \quad \text{-----} \quad (6)$$

reorganizando (6) se tiene:

$$\left(\frac{1 - a_1}{a_1} \right) = \left(\frac{1 - b_2}{b_2} \right) \left(\frac{1}{1 - n} \right) \quad \text{-----} \quad (7)$$

tomando logaritmos en ambos lados de la ecuación 7 se tiene:

$$\log \left(\frac{1 - a_1}{a_1} \right) = \log \left(\frac{1 - b_2}{b_2} \right) + \text{constante} \quad \text{-----} \quad (8)$$

por lo tanto si se grafica $\left(\frac{1 - a_1}{a_1} \right)$ vs $\left(\frac{1 - b_2}{b_2} \right)$ en escalas logarítmicas

se obtendrán líneas rectas de pendiente unitaria.

IV.- PARTE EXPERIMENTAL.

a) Equipo:

Baño de temperatura constante: Consta de un recipiente con una capacidad de aproximadamente 30 lts. el cual está conectado a otro de la misma capacidad en el cual se encuentran dos resistencias. Un control automático marca Fisher proporciona el ajuste de la temperatura, cerrando un circuito y haciendo que la corriente pase por las resistencias cuando la temperatura baja de 30°C , temperatura a la que se calibró. El regulador de mercurio del control electrónico se calibró con un termómetro de precisión del U.S. National Bureau of Standards, con escala de 0 a 100°C . De esta manera se mantiene un control de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$. La circulación entre los dos recipientes se hizo por medio de una bomba de recirculación de la casa Schott.

Para la determinación de las composiciones totales se utilizó una balanza semiautomática "Sartorius" con una sensibilidad de 0.0001 . Para el análisis, tanto de las soluciones conjugadas ternarias en equilibrio, como de las mezclas saturadas se utilizó un refractómetro de precisión tipo "azúcar" de la Bausch & Lomb Optical Co., el cual tiene una sensibilidad de 0.00003 unidades. La longitud de onda empleada fue la de la línea D del sodio (5890 \AA) usando una lámpara de vapor de sodio. La temperatura de los prismas se mantuvo constante a 30°C con una variación de $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ por recirculación de agua de un baño regulado por un termostato de la Precisión Scientific Co.

b) Substancias empleadas

Se utilizó alcohol furfurílico de la Eastman Kodak Co. Se purificó antes de usarse por destilación en una columna de laboratorio y se procuró durante su uso exponerlo lo menos posible al aire y a la luz. El alcohol furfurílico recién destilado fué siempre incoloro pero después de una semana se oscurece adquiriendo una coloración ligeramente amarilla. Recién destilado el alcohol furfurílico se usó durante tres días y una vez pasado este tiempo se volvió a destilar.

Los datos de temperatura y precisión a que se destiló se compararon satisfactoriamente con los datos reportados en la literatura disponible (18)

El índice de refracción del alcohol furfurílico utilizado fué:

$$n_D^{30} = 1.48275$$

No hay datos en la literatura para establecer una comparación.

El n-octano y el tolueno se utilizaron directamente. Los datos obtenidos en la determinación de algunas propiedades físicas indican la pureza de las sustancias. El n-octano se obtuvo de la Eastman Kodak Co. y el tolueno de la Baker Chemical Co.

	n-Octano		
	Experimental	Literatura	
n_D^{30}	1.39302	1.39311	(19)
d_4^{30}	0.69427	0.69436	(4)
		Tolueno	
n_D^{30}	1.49120	1.49129	(4)
d_4^{30}	0.85776	0.85770	(19)

e) Procedimientos

Determinación de la curva binodal:

La curva binodal se determinó trazando una curva uniforme a través de los puntos establecidos de la siguiente manera: Mezclas conocidas de dos componentes se titularon con el tercero, encontrándose el punto final de la titulación por la aparición o desaparición de turbidez. Ambas técnicas descritas en la literatura (14) se utilizaron en el presente trabajo.

Los puntos correspondientes al área relativamente rica en n-octano se determinaron preparando mezclas conocidas de n-octano y tolueno y agregando alcohol furfurílico hasta la aparición de turbidez.

El área relativamente rica en alcohol furfurílico se determinó preparando mezclas de alcohol furfurílico y tolueno y agregando n-octano hasta la aparición de turbidez.

La parte superior de la curva binodal se determinó preparando mezclas de n-octano y alcohol furfurílico y agregando tolueno hasta la desaparición de la turbidez.

Las mezclas iniciales se prepararon juntando cantidades de cada componente medidos en microburetas. Los volúmenes se seleccionaron en forma tal que de acuerdo con la densidad de cada componente resultaran puntos convenientemente distribuidos.

Los matraces con las mezclas iniciales se colocaron en el baño de temperatura constante y la titulación se llevó a cabo agregando peque-

Las cantidades del tercer componente, agitando el matraz dentro del baño después de cada adición. Para precisar el punto final se hicieron comparaciones con un estándar. En todo caso el tiempo que permaneció el matraz fuera del baño fue el necesario para apreciar la aparición o desaparición de turbidez. Se determinó el índice de refracción de la mezcla final y la composición quedó definida por las diferencias en peso determinadas antes y después de la adición de cada componente.

Al mismo tiempo se preparó una gráfica de fracción peso de tolueno vs. los índices de refracción obtenidos.

Determinación de las líneas de unión

Después de haber establecido completamente la curva binodal se determinaron las líneas de unión. La composición total de las mezclas se seleccionó de tal forma que las líneas de unión resultaran en el diagrama más o menos con la misma distancia, entre una y otra.

Se prepararon mezclas de los tres componentes de la composición total deseada en matraces aforados de 25 ml., agregando el volumen adecuado de cada componente y pesando después de cada adición.

Se procuró que el peso total fuese aproximadamente de 15 g. Los matraces aforados se colocaron en el baño de temperatura constante y se agitaron a intervalos de 15 minutos durante cuatro horas. Después de este tiempo los matraces se dejaron reposar durante dos horas en el baño.

De los matraces dentro del baño de temperatura constante se tomaron las muestras de la capa superior e inferior con pipetas y se les determinó el índice de refracción.

Se determinó el contenido de tolueno en cada fase por medio de la gráfica antes mencionada y se trazaron las líneas de unión. La exactitud de los experimentos quedó comprobada cuando la línea de unión pasó -- (dentro del error experimental permitido) por el punto que correspondió a la composición total de la mezcla preparada.

d) Resultados.

Los datos de saturación en fracciones peso y los índices de refracción a 30°C se presentan en la Tabla I y en las figuras 1 y 2 respectivamente.

Los datos de equilibrio se presentan en la tabla II y en la figura 3. Los datos necesarios según la correlación de Othmer y Tobias se presentan en la Tabla III y en la Fig. 4.

La distribución de tolueno en las fases conjugadas se presenta en la fig. 5 .

TABLA I.

DATOS EXPERIMENTALES DE SATURACIÓN EN FRACCIÓN PESO E INDICES DE REFRA--
CION A 30°C PARA EL SISTEMA:

Alcohol furfurílico - n-Octano - tolueno.

Alcohol			Indice de
furfurílico	n-octano	tolueno	refracción
0.02556	0.97444	0.0000	1.39362
0.0274	0.8760	0.0966	1.40149
0.0403	0.7692	0.1905	1.40988
0.0672	0.6542	0.2786	1.41932

Continuación Tabla I

Alcohol Furfurílico	n-octano	tolueno	Índice de refracción
0.0914	0.5931	0.3155	1.42435
0.1263	0.5272	0.3465	1.43017
0.1683	0.4442	0.3675	1.43700
0.2519	0.3814	0.3667	1.44219
0.3191	0.3242	0.3567	1.44735
0.3985	0.2695	0.3320	1.45437
0.4844	0.2110	0.3046	1.45994
0.5934	0.1484	0.2582	1.46657
0.6914	0.1019	0.2067	1.47157
0.7603	0.0801	0.1596	1.47429
0.8347	0.0593	0.1060	1.47639
0.9052	0.0448	0.0500	1.47761
0.9631	0.0369	0.0000	1.47813

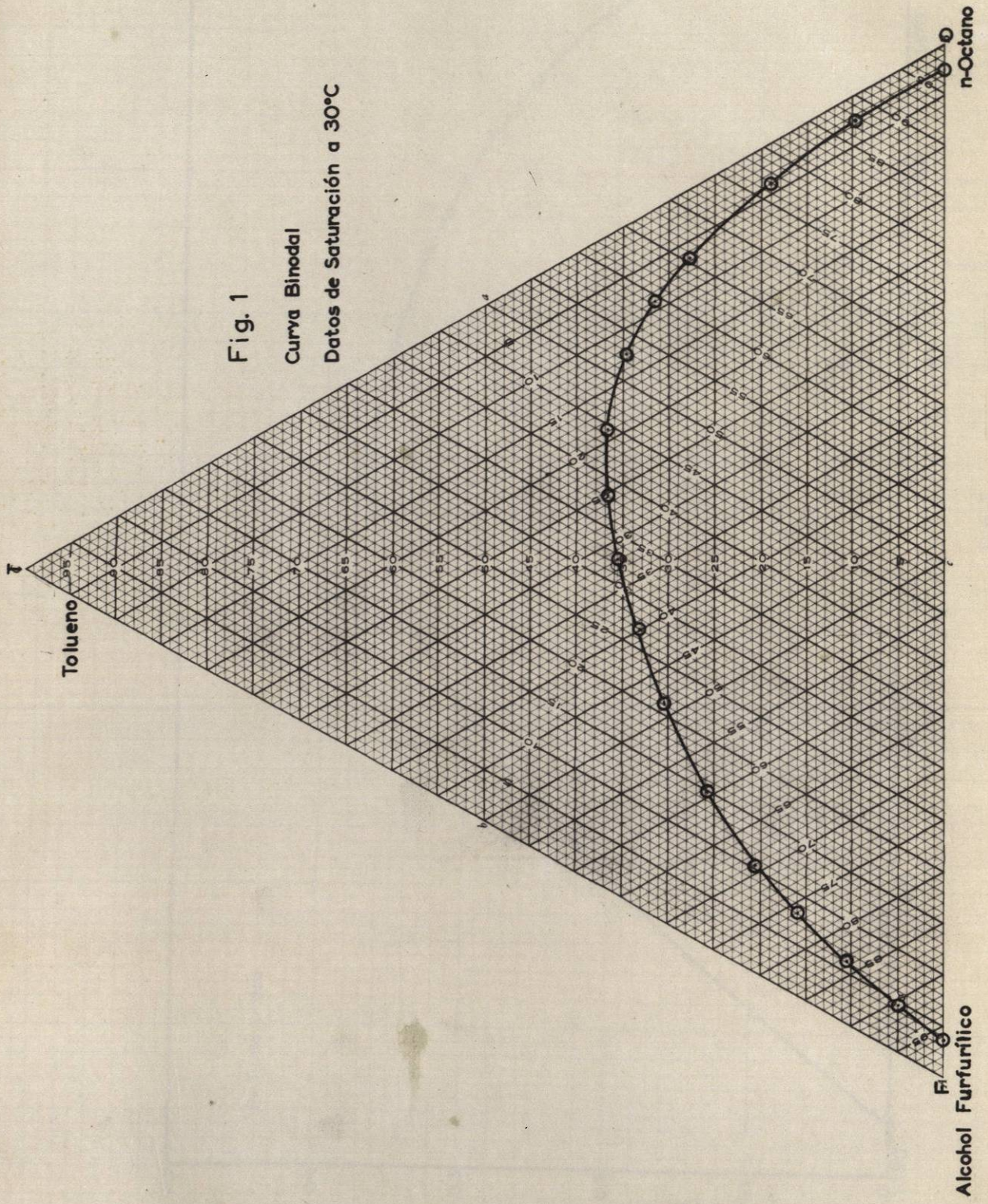


Fig. 1
 Curva Binodal
 Datos de Saturación a 30°C

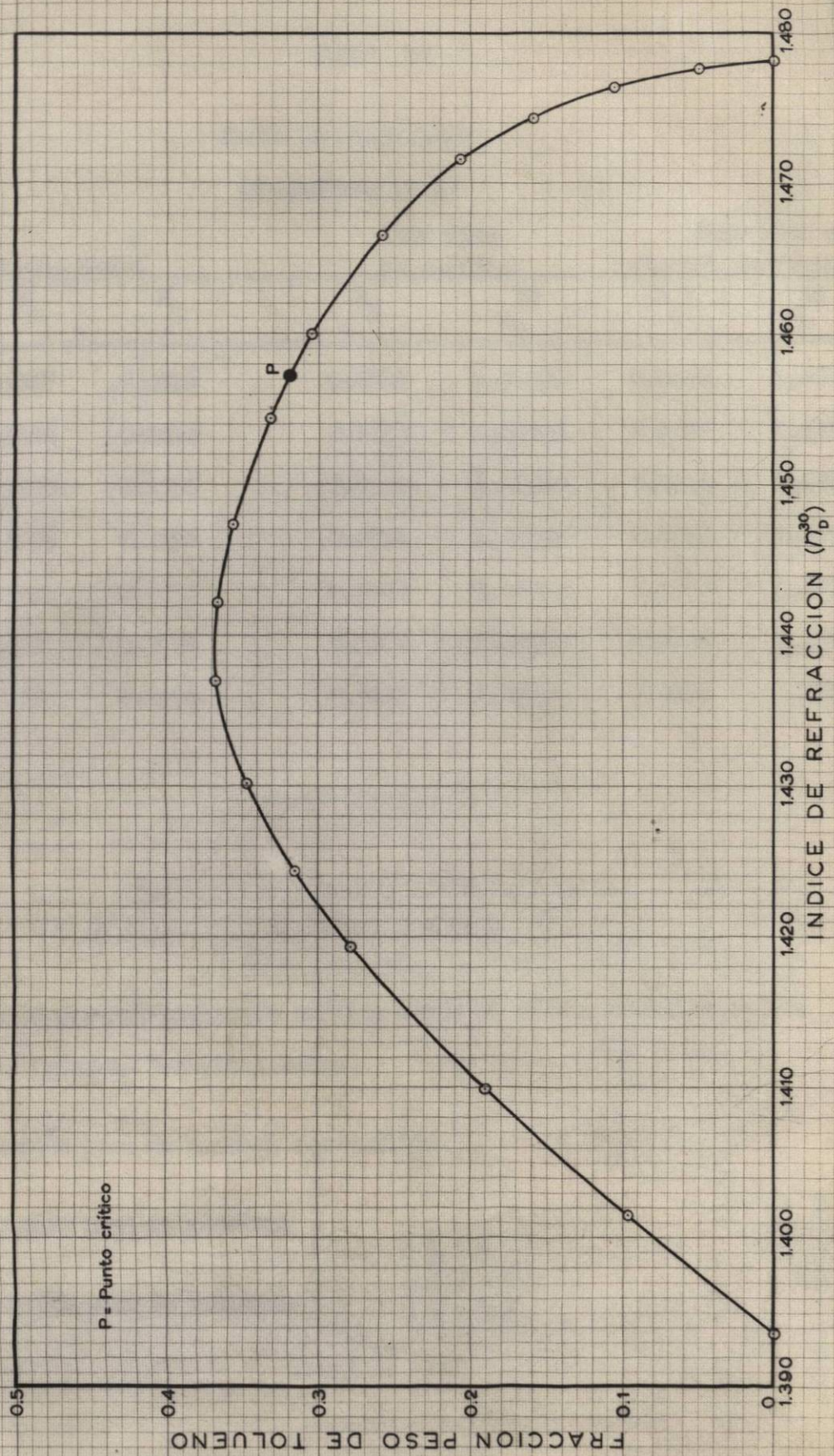


FIG. 2

TABLA II

DATOS DE EQUILIBRIO

(Fracciones peso)

X_F	Mezcla total		fase rica en n-octano		fase rica en alcohol furfúrico	
	X_O	X_T	X_T	n_D^{30}	X_T	n_D^{30}
0.4637	0.4847	0.0216	0.0700	1.39930	0.0280	1.47787
0.4698	0.4286	0.1016	0.1453	1.40563	0.0695	1.47730
0.4694	0.3795	0.1511	0.2150	1.41240	0.1014	1.47652
0.4886	0.3196	0.1918	0.2751	1.41899	0.1352	1.47533
0.4472	0.3101	0.2427	0.3236	1.42562	0.1767	1.47342
0.4373	0.2921	0.2706	0.3500	1.43109	0.2043	1.47171
0.4475	0.2521	0.3004	0.3682	1.43910	0.2490	1.46753

PUNTO CRITICO +

X_F	X_O	X_T
0.4455	0.2355	0.3190

+ estimado por extrapolación gráfica según el método descrito en las Tablas Críticas Internacionales.

X_F fracción peso de alcohol furfúrico.

X_O fracción peso de n-octano

X_T fracción peso de tolueno.

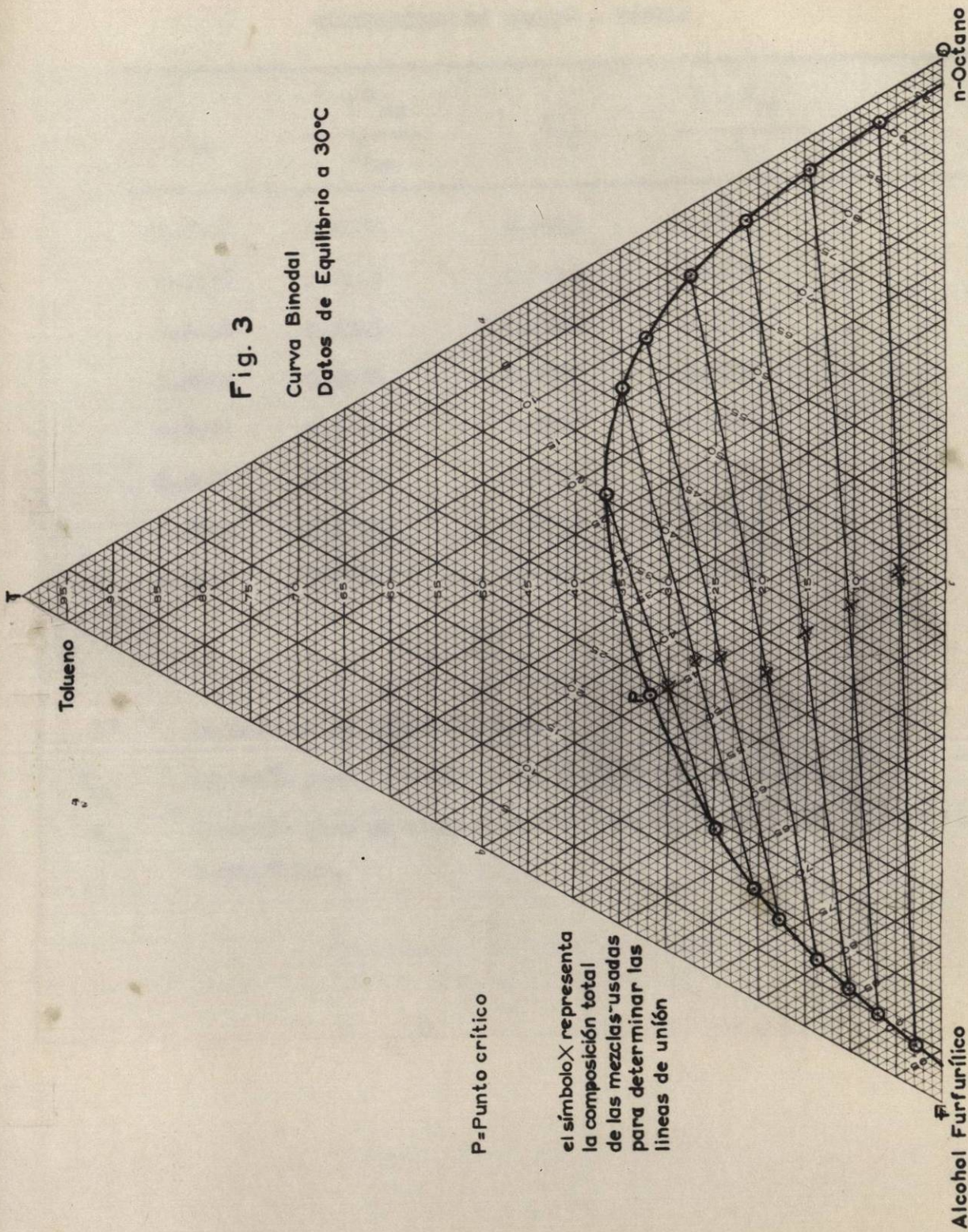


Fig. 3
 Curva Binodal
 Datos de Equilibrio a 30°C

P=Punto crítico

el símbolo X representa la composición total de las mezclas usadas para determinar las líneas de unión

Alcohol Furfurísico

Tolueno

n-Octano

TABLA III

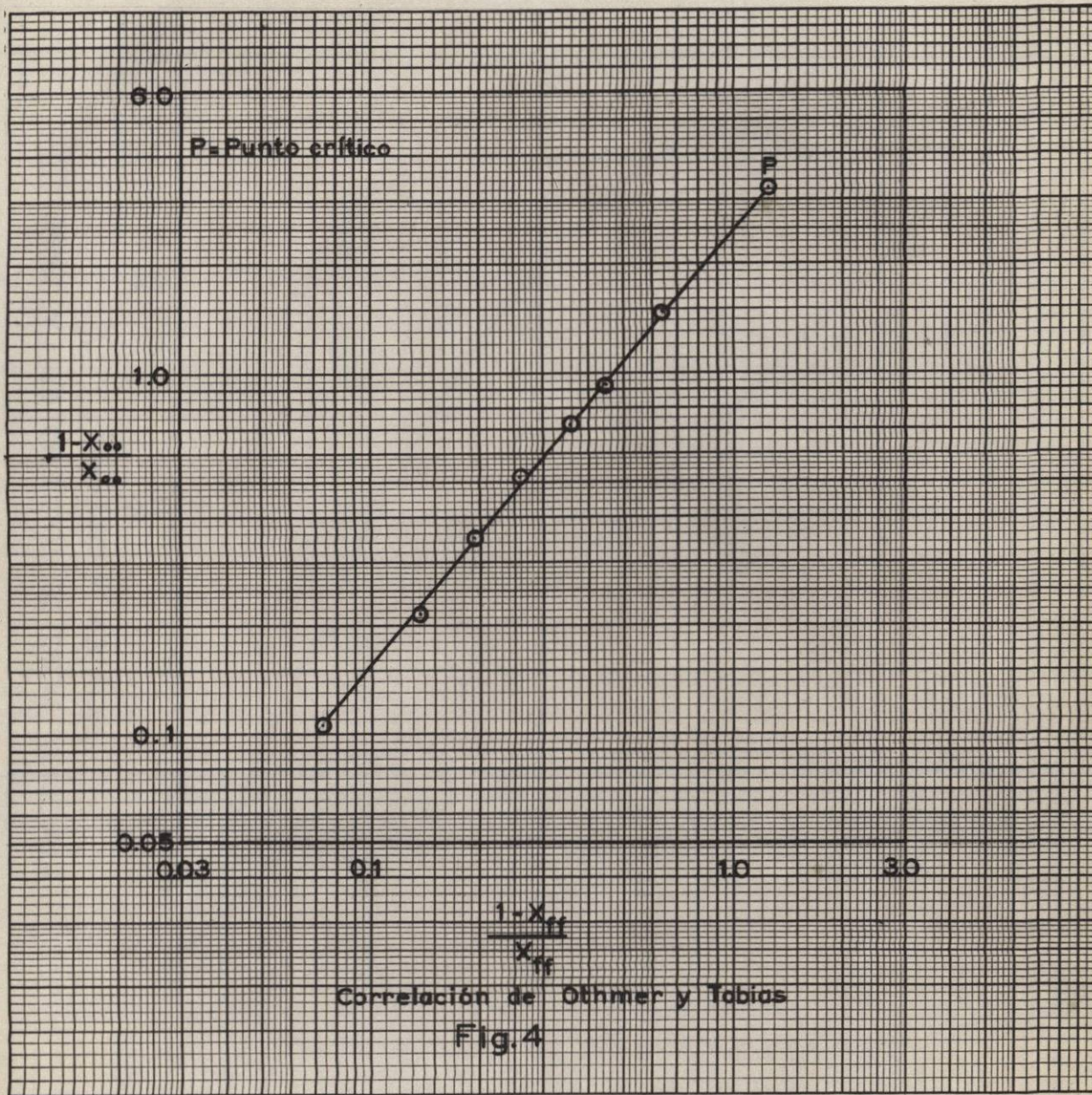
CORRELACION DE OBTEN - TORIAS

X_{oo}	$\frac{1 - X_{oo}}{X_{oo}}$	X_{ff}	$\frac{1 - X_{ff}}{X_{ff}}$
0.9040	0.1060	0.9315	0.0731
0.8235	0.2143	0.8000	0.1350
0.7400	0.3513	0.8400	0.1904
0.6585	0.5186	0.7940	0.2594
0.5800	0.7241	0.7360	0.3586
0.5180	0.9305	0.6920	0.4471
0.4040	1.4752	0.6090	0.6420
P ⁺ 0.2355	3.2460	0.4455	1.2440

P⁺ Se refiere al punto crítico.

X_{oo} fracción peso de n-octano en la fase rica en n-octano

X_{ff} fracción peso de alcohol furfurílico en la fase rica en alcohol furfurílico.



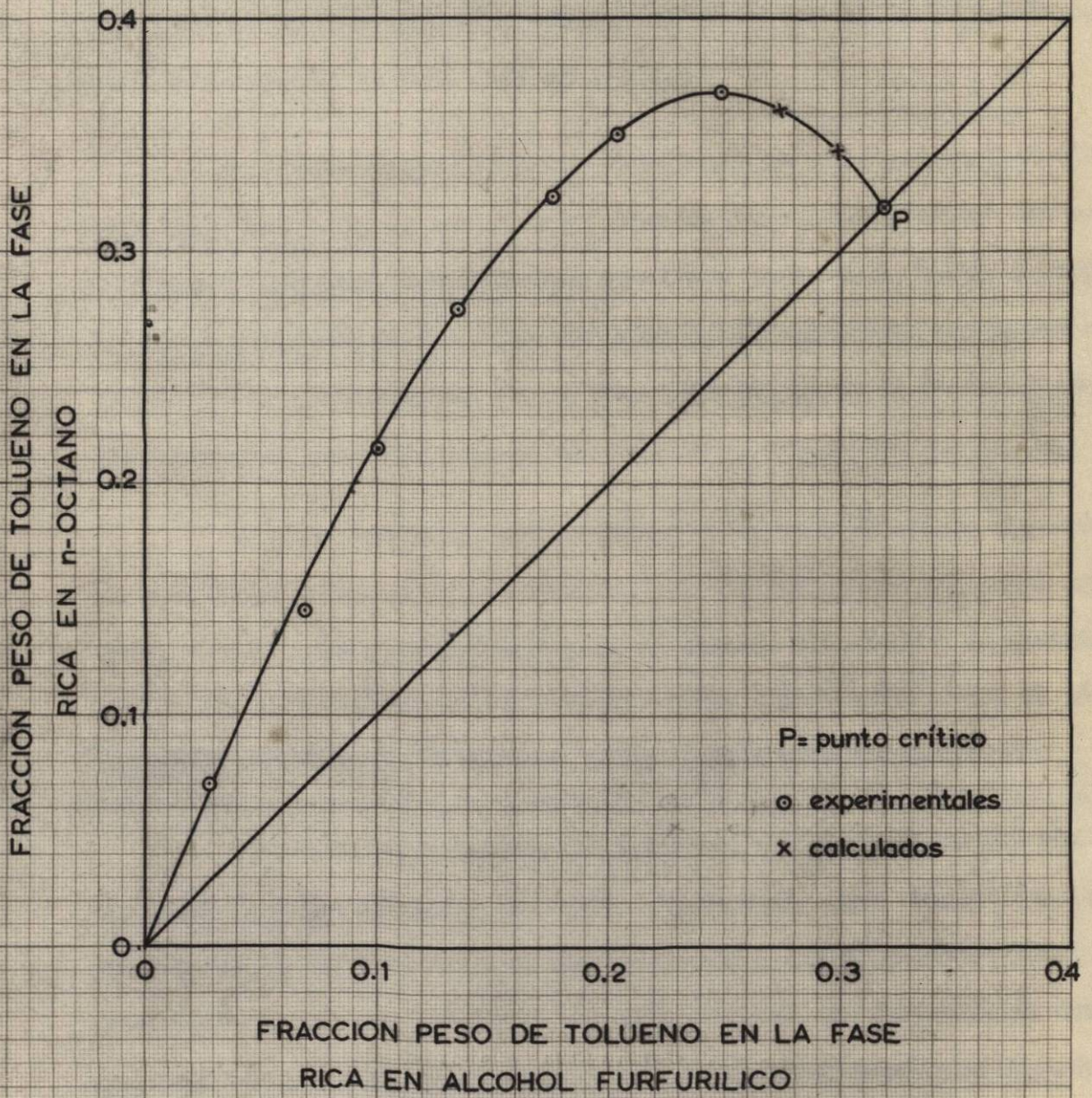


Fig.5

V.- DISCUSION DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

La pendiente de las líneas de unión se inclina hacia arriba en dirección de la fase rica en n-octano, indicando que la distribución del tolueno favorece a la fase rica en n-octano.

El método desarrollado por Ottmer-Tobías correlaciona bastante bien todos los datos de equilibrio obtenidos experimentalmente. Los puntos caen bastante bien dentro de una línea recta si se tiene en cuenta que la precisión de las composiciones de las soluciones conjugadas depende de la precisión con que se haya obtenido la curva de índice de refracción vs. fracción peso de las soluciones saturadas.

La línea conjugada que se obtuvo al aplicar el método descrito en las Tablas Críticas Internacionales para la estimación del punto crítico, es casi recta por lo tanto para el sistema estudiado y de acuerdo con el número de líneas de unión determinadas experimentalmente, el método resulta excelente tanto para interpolación como extrapolación.

Acercas de la discusión que sostienen algunos autores (2) con respecto al mejor método de determinar la binodal, cabe aclarar que lo importante es tener la certeza de titular hasta una composición total representativa de una verdadera solución saturada sin formación de dos fases ya que a partir del índice de refracción correspondiente depende la precisión con la cual se fijan las líneas de unión.

VI.- BIBLIOGRAFIA

- (1) Bachman, I., Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., 12, 38 (1940)
- (2) Rogin, C. D., Ind. Eng. Chem., 16, 380 (1924)
- (3) Campbell, J. A., Ind. Eng. Chem., 36 1158 (1944)
- (4) Dreisbach, R., R. "Physical Properties of Chemical Substances"
The Dow Chemical Co., Midland, Michigan, 1953
- (5) Gibbs, J. M., Trans. Conn. Acad., 3, 176 (1876)
- (6) Hand, J., Phys. Chem., 34 1961 (1930)
- (7) Himmelfrau, D. M., B. L. Brady y J. J. McKetta, Jr. Texas, Univ.
Bureau of Engineering Research, Special Pub. #30 1959
- (8) "International Critical Tables", Vol. III, pp. 393 ff, McGraw Hill
Book Company, Inc., New York, 1928
- (9) McDonald, H. J. J. Am. Chem. Soc., 62 3183 (1940)
- (10) Herust, W.: Z. physik. Chem., 6, 110 (1891)
- (11) Othmer, D. F., y P. E. Tobias., Ind. Eng. Chem., 34, 693 (1942)
- (12) Ibid., 37, 693 (1945)
- (13) Perry, J. E.: Ed., Chemical Engineer's Handbook, 3a. ed., McGraw Hill
Book Company Inc., New York, 1950.
- (14) Smith, J. C., Ind. Eng. Chem., 34, 234 (1942).
- (15) Schreinemakers, F. A. H., Z. physik. Chem., 11, 75 (1893)
- (16) Taylor, S. P., J. Phys. Chem., 1, 461 (1897)
- (17) Treybal, R. E., Ind. Eng. Chem., 36, 875 (1944)
- (18) "The Quaker Oats Company", Chemical Dept., Bulletin No. 205, 1958.
- (19) Timmermans, J. Physico-Chemical Constants of Pure Organic Compounds
Elsevier Publishing Co., New York, 1950.
- (20) Washburn, E. R., Knizda, V. y R. Vold, J. Am. Chem. Soc., 53 237 (1931)

