

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE QUIMICA**

---



**COMPLEJOS DE TETRAHALOGENUROS DE  
ESTAÑO (IV) CON DIFENIL AMINA**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**QUIMICA**

**PRESENTA**

**OFELIA PINEDA CIGALES**

280



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS Tesis

261

AÑO 1954

FECHA 1954

PROC MIT 2



QUIMICA

JURADO ASIGANDO ORIGINALMENTE DE ACUERDO AL TEMA.

PRESIDENTE PROF.: ANTONIO CAMPERO CELIS.

VOCAL PROFRA.: ELVIRA SANTOS DE FLORES.

SECRETARIO PROFRA.: CIRA PIÑA PEREZ.

1er. SUPLENTE : HELIO FLORES RAMIREZ.

2o. SUPLENTE : OSCAR H. GALVAN FELIX.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: QUIMICA EXPERIMENTAL  
FACULTAD DE QUIMICA  
DE LA U.N.A.M.

SUSTENTANTE : OFELIA PINEDA CIGALES.

ASESOR DEL TEMA: DRA. CIRA PIÑA PEREZ.

A MIS PADRES Y HERMANOS

Con un inmenso cariño y gratitud.

## CONTENIDO

	Pag.
1. <u>INTRODUCCION.</u>	I
2. <u>GENERALIDADES.</u>	3
2.1 <u>Estequiometría.</u>	3
2.2 <u>Estereoquímica.</u>	7
2.2.1. Aductos de fórmula general $\text{SnX}_4 \cdot \text{L}_2$ .	7
2.2.2 Aductos de fórmula general $\text{SnX}_4 \cdot \text{L}$ .	10
3. <u>EXPERIMENTACION.</u>	13
3.1 Preparación y purificación de los reactivos.	
3.1.1 Cloruro de Sn(IV).	13
3.1.2 Bromuro de Sn(IV).	13
3.1.3 Ioduro de Sn(IV).	13
3.1.4 Disolventes.	13
3.1.5 Difenil amina.	13
3.2 <u>Preparación de los Aductos.</u>	14
3.3 <u>Determinaciones Análíticas.</u>	15
3.3.1 Análisis Elemental.	15
3.3.2 Propiedades Físicas.	15
3.3.3 Análisis Estructural.	15
3.3.3.1 Infrarrojo.	15
3.3.3.2 Rayos - X	15
4. <u>RESULTADOS.</u>	17
5. <u>CONCLUSIONES.</u>	20
6. <u>Bibliografía.</u>	24

## I. INTRODUCCION.

En los últimos veinte años ha aumentado en forma considerable el interés en el estudio de complejos de metales de transición del bloque d de la tabla periódica esto es, aquellos elementos que tienen incompletos sus orbitales d. No obstante, existen numerosos estudios relacionados con los elementos metálicos del bloque s-p de la tabla periódica, elementos cuyos orbitales d se encuentran llenos o vacíos, uno de cuyos representantes es el estaño.

La investigación de complejos, en especial los aductos de tetrahalogenuros de estaño, se basa principalmente en su comportamiento como ácidos de Lewis en soluciones no acuosas. En algunos casos se mencionan: la estequiometría, la estereoquímica y la estabilidad de los compuestos formados. En el caso concreto de los halogenuros de estaño(IV) con difenil amina se menciona en la literatura la obtención de un compuesto de tetrabromuro de estaño con difenil amina en relación estequiométrica 1:1.

El propósito de este trabajo fué la obtención de los aductos sólidos del  $\text{SnCl}_4$ , del  $\text{SnBr}_4$  y del  $\text{SnI}_4$ , con la difenil amina en relación estequiométrica 1:1 y 1:2. Pero los resultados indicaron que además de obtener el correspondiente al tetrabromuro de estaño-difenil amina 1:1 ya reportado, también se sintetizó un nuevo compuesto, el tetracloruro de estaño-difenil amina 1:1 y la imposibilidad de obtener aductos de es

tos tetrahalogenuros estánicos en relación 1:2 así co  
mo la dificultad en los correspondientes al tetrayoduro  
de estaño.



## 2. GENERALIDADES.

Los halogenuros de estaño(IV):  $\text{SnF}_4$ ,  $\text{SnCl}_4$ ,  $\text{SnBr}_4$  y  $\text{SnI}_4$ , forman esencialmente compuestos de coordinación con una gran variedad de ligandos monodentados. Beattie<sup>4</sup> menciona que han sido reportados en la literatura por lo menos 300 compuestos de adición de sólo el tetracloruro de estaño hasta el año de 1963. Estos tetrahalogenuros de estaño se comportan como ácidos de Lewis frente a ligandos donadores los cuales obviamente actúan como bases. La mayoría de los ligandos utilizados poseen en su composición elementos tales como nitrógeno, oxígeno, fósforo o arsénico.<sup>4,8</sup>

### 2.I. Estequiometría.

En muchos de estos compuestos la relación estequiométrica más frecuente es 1:2 ( $\text{SnX}_4:2\text{B}$ ) y un poco menos la relación de 1:1 ( $\text{SnX}_4:\text{B}$ ), también se han reportado otras relaciones. Una muestra representativa de donadores tales como: piridina, trimetil amina, tetrahidrofurano, trietil fosfinas y trietil arsinas, con los cuales se han obtenido los aductos de la tabla I, indican que la mayor parte de los casos la relación estequiométrica más frecuente es 1:2 lo que corresponde a compuestos con número de coordinación 6. Sólo algunos compuestos representan la relación 1:1 y casi todos los correspondientes al  $\text{SnF}_4$  y al  $\text{SnCl}_4$  con trimetil amina. En casos excepcionales se encuentra que la relación 1:1 posee un número de

de coordinación 5 puesto que en solución existe la posibilidad de que el disolvente utilizado complete el octaedro, y la coordinación sea de  $6^{\delta}, I^4$ .

La tabla 2 señala más concretamente la formación de los aductos del tetracloruro y del tetrabromuro de estaño con diferentes aminas aromáticas primarias, secundarias y terciarias, y dan como resultado productos de fórmula  $SnX_4 \cdot B_2$  y  $SnX_4 \cdot B$  ( X representa el Cl o Br y B una anilina primaria, secundaria o terciaria). En los aductos de anilinas primarias, se encontro una relación I:2 y en los de las secundarias y terciarias esta relación fué de I:I esto probablemente se deba a factores estéricos que impiden la estructura octaédrica. Estos aductos fueron preparados por Satchell y Wardell<sup>I4</sup>.

Tabla I. Relaciones estequiométricas de tetrahalogenuros de estaño y algunos ligandos monodentados.



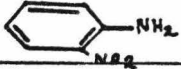


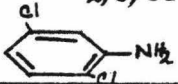
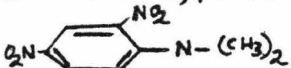
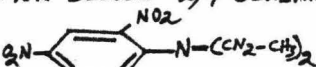


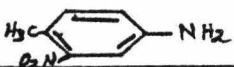
Ligando	SnF <sub>4</sub>	SnCl <sub>4</sub>	SnBr <sub>4</sub>	SnI <sub>4</sub>
(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> -N	I:1	I:1 I:2	I:2	I:2
(CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> P		I:2	I:2	
(CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -F		I:2	I:2	
(CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> As		I:2	I:2	
(CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -As		I:2	I:2	
	I:2	I:2	I:2	
	I:2	I:2	I:2	

Tabla 2. Relaciones estequiométricas de aductos sólidos de  $\text{SnCl}_4$  y  $\text{SnBr}_4$  con algunas anilinas primarias secundarias y terciarias.

Anilina	$\text{SnCl}_4$	$\text{SnBr}_4$
2-NITRO 	2:I	
4-NITRO 	2:I	
4-CIORO-2-NITRO 	2:I	
2,5, DICLORO 	2:I	
NNDIMETIL-2,4 DINITRO 	I:I	
NN-DIETIL-2,4 DINITRO 	I:I	
N-FENIL 		I:I
4 METIL-2-NITRO 		2:I
4 METIL-3-NITRO 		2:I

## 2.2 Estereoquímica.

### 2.2.I Aductos de fórmula general $\text{SnX}_4 \cdot \text{L}_2$ .

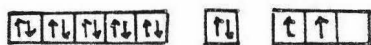
Casi todos los aductos de halogenuros de estaño (IV) con ligandos monodentados, en relación estequiométrica 1:2 ( $\text{SnX}_4 \cdot \text{L}_2$ ) se supone que poseen estructura octaédrica a causa de que el Sn(IV) tiene sus orbitales  $d$  completos no es posible que existan efectos de estabilización por campo ligando y, en consecuencia, la estereoquímica de sus aductos estará determinada por efectos de tamaño del átomo central por interacciones electrostáticas y por las fuerzas de enlace covalente.

De acuerdo con el esquema de la Fig. I podemos apreciar la hibridación  $sp^3$  de los halogenuros de estaño(IV) así como la hibridación  $sp^3d^2$  correspondiente a la fórmula general  $\text{SnX}_4 \cdot \text{L}_2$  en donde cada ligando dona un par de electrones formando dos enlaces coordinados. El modelo resultante se basa en una distribución octaédrica de los ligandos monodentados alrededor del átomo central (Sn) y con posibilidad de isomería cis-trans. (ver Fig. 2).

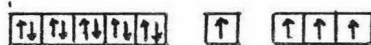
Fig. I. Configuraciones electrónicas del Sn,  $\text{Sn}^{4+}$ ,  $\text{SnX}_4$   
y  $\text{SnX}_4 \cdot \text{L}_2$ .

Configuración electrónica del Sn:  $[\text{Kr}] - 4d^{10} 5s^2 5p^2 5d^0$

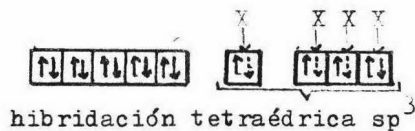
Sn. en estado basal:



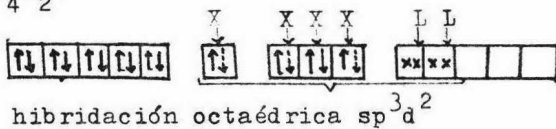
Sn. en estado excitado:



Moléculas de  $\text{SnX}_4$ :



Moléculas de  $\text{SnX}_4 \cdot \text{L}_2$ :

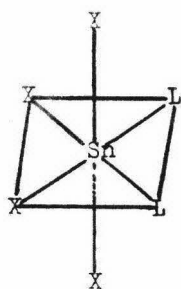


X = Cl, Br, I.

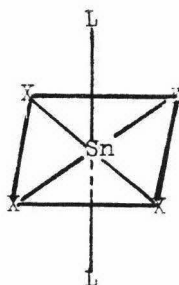
↓ = electrones provenientes de los átomos de halógenos

xx= par de electrones del átomo donador del ligando.

Fig. 2. Representación de los isómeros posibles (a) cis, (b) trans, de los aductos  $\text{SnX}_4 \cdot \text{L}_2$ .



(a) cis.



(b) trans.

Si se considera el aducto  $\text{SnX}_4 \cdot \text{L}_2$  donde L representa un ligando monodentado se puede tener los isómeros (a) cis y (b) trans. Cuando X es mucho más grande que L, las principales repulsiones se deben a X-X y L tendría que disponerse de la mejor manera. Si las repulsiones entre X-X se produjeran a ángulos de  $90^\circ$  (véase Fig. 2) se favorecería más la existencia del aducto trans sin embargo si el aducto cis se halla distorsionado a causa de las repulsiones X-X, sólo el aducto cis sería el estereoquímicamente probable. Este último caso se ilustra con el aducto  $\text{SnCl}_4 \cdot \text{Acetoni}$

trilo<sub>2</sub> en donde cada ligando acetonitrilo se encuentra coordinado a las dos caras de un SnCl<sub>4</sub> tetraédricamente distorsionado formando el aducto cis.

Si L es un ligando grande o con impedimento estérico se puede predecir un aducto trans, y además las repulsiones L-X serán de mayor importancia. Cuando se introducen uniones d $\pi$  - p $\pi$  el aducto cis es aparentemente favorecido si se asume que la union  $\pi$  de Sn-X es más importante que la de L.

Algunos autores opinan que la estereoquímica de los aductos es determinada principalmente, más por el ligando que por el halógeno.

Allison y Mann<sup>2</sup> mencionan la obtención de aductos cis y trans en donde los ligandos son trialquil fosfinas y trialquil arsinas, indicando que el isómero trans es el más estable.

Un estudio del equilibrio en solución, para el examen de la estereoquímica de aductos SnX<sub>4</sub>.L<sub>2</sub>, que se realizó, por espectroscopia infrarroja y resonancia magnética nuclear, indicó que la simetría del residuo SnX<sub>4</sub> en SnX<sub>4</sub>.L<sub>2</sub> del isómero trans es mayor que el del isómero cis.

### 2.2.2 Aductos de fórmula general SnX<sub>4</sub>.L.

La estereoquímica de éste tipo de aductos de halógenos de Sn(IV) con ligandos monodentados en relación estequiométrica 1:1 (SnX<sub>4</sub>.L) se supone correspon-

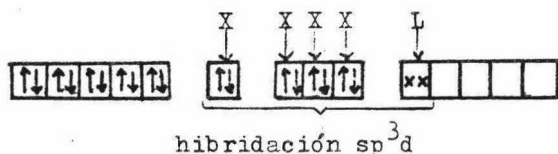


## II

de a una distribución bipiramidal trigonal o piramidal cuadrada. De acuerdo con el esquema de la Fig. 3 se tendría la hibridación  $sp^3d$  correspondiente a la fórmula general  $SnX_4.L$  en donde el ligando dona un par electrónico formando un enlace coordinado.

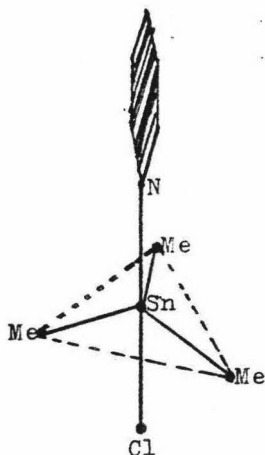
Fig. 3. Configuración electrónica de  $SnX_4.L$ .

Moléculas de  $SnX_4.L$ :



Existen compuestos de halogenuros de Sn(IV) con ligandos monodentados en relación estequiométrica 1:1 ( $SnX_4.L$ ). En la literatura se reporta la esteoquímica de un sólo compuesto de este tipo, se trata de  $Me_3SnClPy$ <sup>5</sup>, el modelo se basa en una distribución pentacoordinada de estaño, aproximada a la piramidal trigonal con los tres grupos metilos en plano ecuatorial y perpendicular a este plano, en distribución líneal, la union Cl-Sn-N. (ver Fig. 4).

Fig. 4. Representación de la estructura piramidal trigonal del complejo  $\text{Me}_3\text{SnClPy}$ .



Algunos aductos de  $\text{SnF}_4$  con la trimetil amina tienden a dar relaciones estequiométricas 1:1 (tabla I) en estos casos parece que la esteoquímica del ligando fortalece la coordinación 5 más que la de 6. En el caso particular del  $\text{SnCl}_4$  con la trimetil amina se observa la formación de aductos en relación estequiométrica 1:1 y 1:2, en tales casos no se hace mención de la esteoquímica de los mismos pero se puede suponer que el estaño posee coordinación 5 y 6 respectivamente dependiendo de la cantidad del ligando presente y de las propiedades de los mismos<sup>4</sup>.

### 3. EXPERIMENTACION.

#### 3.I Preparación y purificación de los reactivos.

##### 3.I.1 Cloruro de estaño(IV).

Se utilizó cloruro de estaño(IV) grado R.A. y se purificó por destilación a vacío en condiciones anhidras.

##### 3.I.2 Bromuro de estaño(IV).

El bromuro estánico se preparó por el método de Lorenz,<sup>I2</sup> a partir de estaño metálico y bromo, se purificó por destilación a vacío en condiciones anhidras, se determinó su punto de fusión (33°C).

##### 3.I.3 Yoduro de estaño(IV).

El yoduro estánico se preparó por el método de Gay Lussac,<sup>I2</sup> a partir de estaño metálico y yodo, utilizando como medio de reacción ácido y anhídrido acético, se recrystalizó en tetracloruro de carbono, se determinó su punto de fusión (143°C).

##### 3.I.4 Disolvente.

El disolvente utilizado fué el tetracloruro de carbono y se purificó por destilación en atmósfera de nitrógeno y en condiciones anhidras.

##### 3.I.5 Difenil amina grado R.A.

### 3.2 Preparación de los Aductos.

Se disolvieron por separado los halogenuros estánicos y la difenil amina en tetracloruro de carbono. Se mezclaron las soluciones de los reactivos, guardando las relaciones estequiométricas 1:1 y 2:1 en atmósfera de nitrógeno y en condiciones anhidras.

Los aductos se obtuvieron como un precipitado cristalino, de acuerdo a la siguiente reacción.



$\text{SnX}_4 = \text{SnCl}_4, \text{SnBr}_4, \text{SnI}_4.$

DFA = difenil amina.

Los complejos se separaron por filtración en un embudo Büchner y se recrystalizaron en tetracloruro de carbono.

### 3.3 Determinaciones Analíticas.

#### 3.3.1 Análisis Elemental Cuantitativo.

Se determinó el contenido de C, N, H, y halógenos. El estaño se calculó por diferencia. En la tabla 3 aparecen los valores calculados y experimentales correspondientes a los contenidos de X, C, N, H, y Sn.

#### 3.3.2 Propiedades Físicas.

Los puntos de fusión se determinaron en un aparato Fischer. Se dan en la tabla 4.

#### 3.3.3 Análisis estructural.

##### 3.3.3.1 Infrarrojo.

Los espectros de infrarrojo de los aductos mostraron como era de esperarse, variaciones en las frecuencias  $\text{>N-H}$  de la difenil amina de la vibración longitudinal. Las demás bandas casi permanecieron sin cambios. (ver tabla 5.)

En la tabla 5, aparecen los datos correspondientes a las diferentes bandas tanto de la difenil amina como de los aductos. También aparecen las graficas de los compuestos. (ver graficas: I, 2, 3, 4).

Las variaciones en el caso del tetrayoduro con difenil amina no pudieron ser asignadas debido a los datos imprecisos de la estequiometría de este compuesto.

4. RESULTADOS.Tabla 3. Análisis Elemental Cuantitativo de los Aductos de fórmula general  $\text{SnX}_4 \cdot \text{DFA}$  (1:1).

Porcentaje	$\text{SnCl}_4 \cdot \text{DFA}$		$\text{SnBr}_4 \cdot \text{DFA}$		$\text{SnI}_4 \cdot \text{DFA}$	
	calculado	experimental	calculado	experimental	calculado	experimental
X	32.99	31.46	52.6	48.12	63.8	76.21
C	33.54	32.79	23.72	25.76	18.11	5.6
N	3.25	3.25	2.3	2.54	1.76	0.09
H	2.25	3.76	1.82	2.83	1.39	0.44
*Sn	27.62	27.74	19.53	20.75	14.91	17.66

\*Se calculó por diferencia.

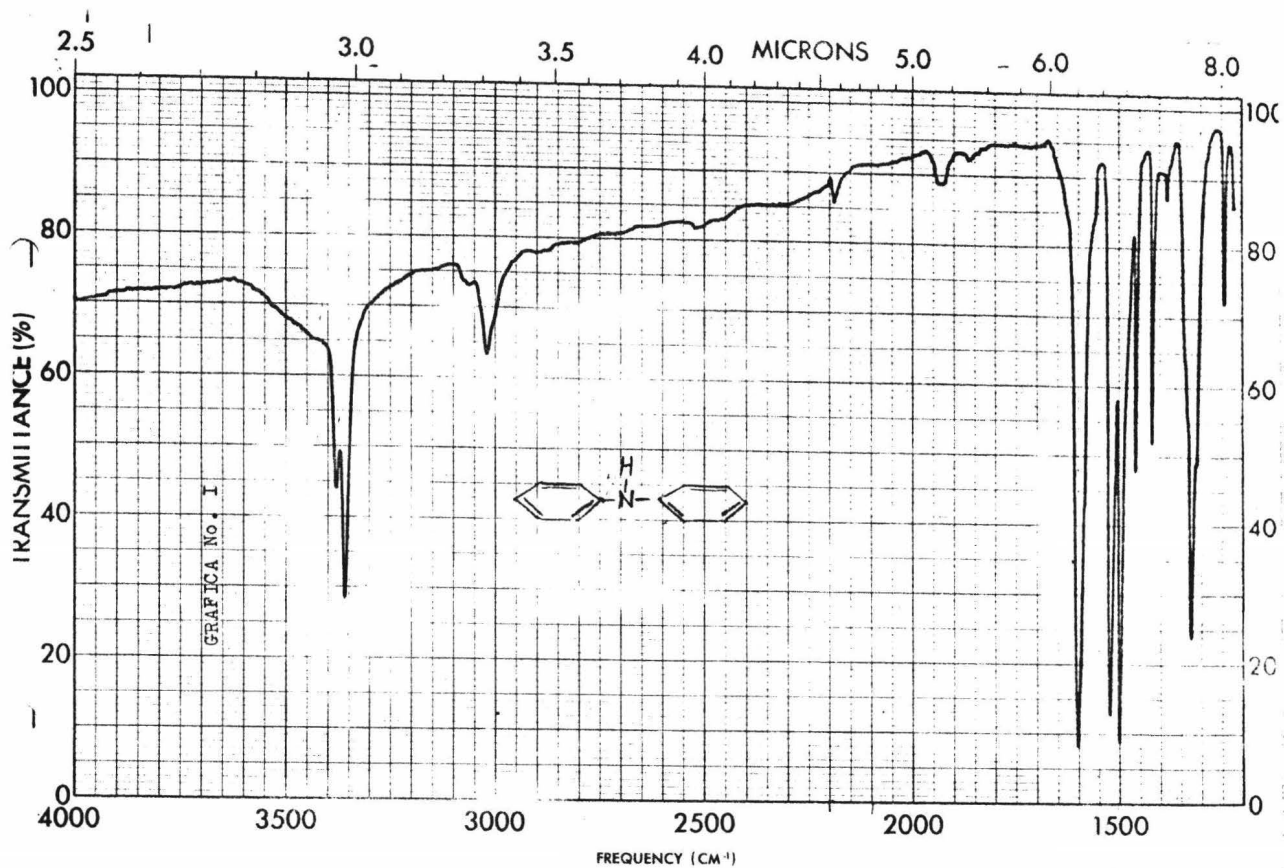
Tabla 4. Puntos de fusión y color de los aductos de fórmula general  $\text{SnX}_4 \cdot \text{DFA}$ . (1:1).

Aducto	P.F. °C	color
$\text{SnCl}_4 \cdot \text{DFA}$	217	blanco
$\text{SnBr}_4 \cdot \text{DFA}$	165	amarillo verdoso
$\text{SnI}_4 \cdot \text{DFA}$	105	café oscuro.

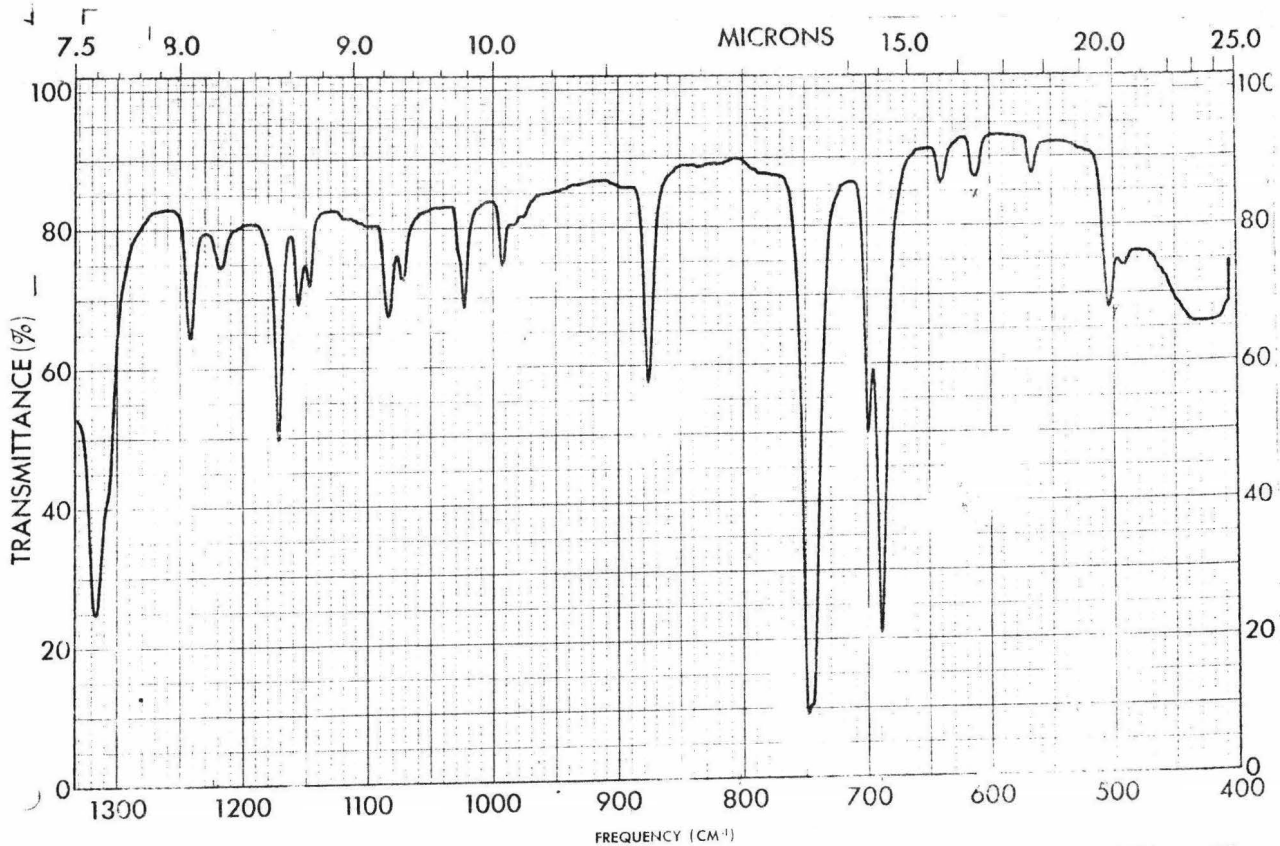
Tabla 5. Comparación entre las bandas  $\nu_{\text{NH}}$  de la difenil amina con las de:  $\text{SnCl}_4 \cdot \text{DFA}$ ,  $\text{SnBr}_4 \cdot \text{DFA}$  y  $\text{SnI}_4 \cdot \text{DFA}$ .

DFA	$\text{SnCl}_4 \cdot \text{DFA}$	$\text{SnBr}_4 \cdot \text{DFA}$	$\text{SnI}_4 \cdot \text{DFA}$
3390	3580	3580	<i>3390</i>
I325	I240	I240	<i>1325</i>
3360	3490	3490	<i>3360</i>





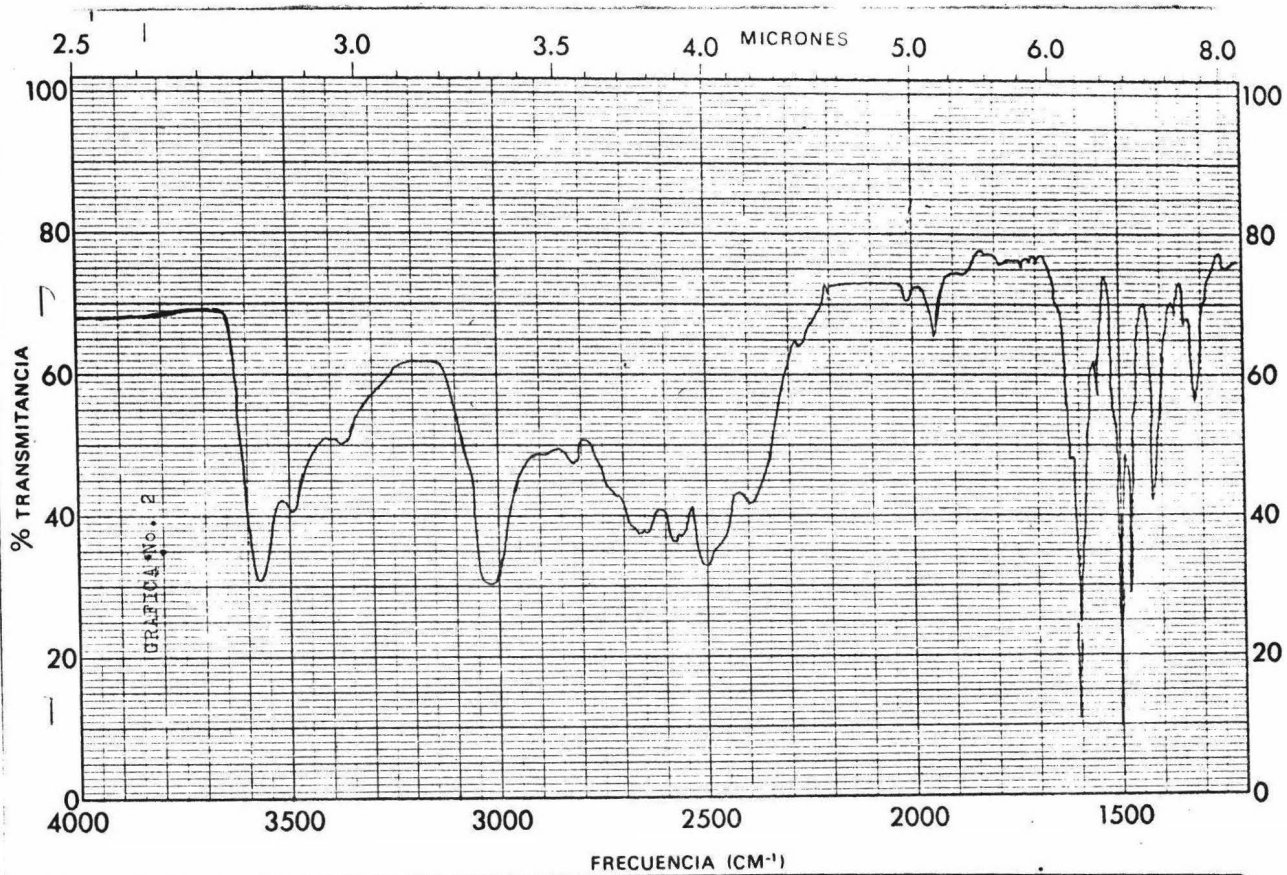
SAMPLE <i>Diphenil amina</i>	CURVE NO. <i>11537</i>	SCAN SPEED <i>fast</i>	OPERATOR <i>Sil</i>
ORIGIN <i>Gen. Res.</i>	CONC. <i>—</i>	SLIT <i>N</i>	DATE <i>18-X-72</i>
SOLVENT	CELL PATH <i>—</i>	REMARKS	
	REFERENCE		



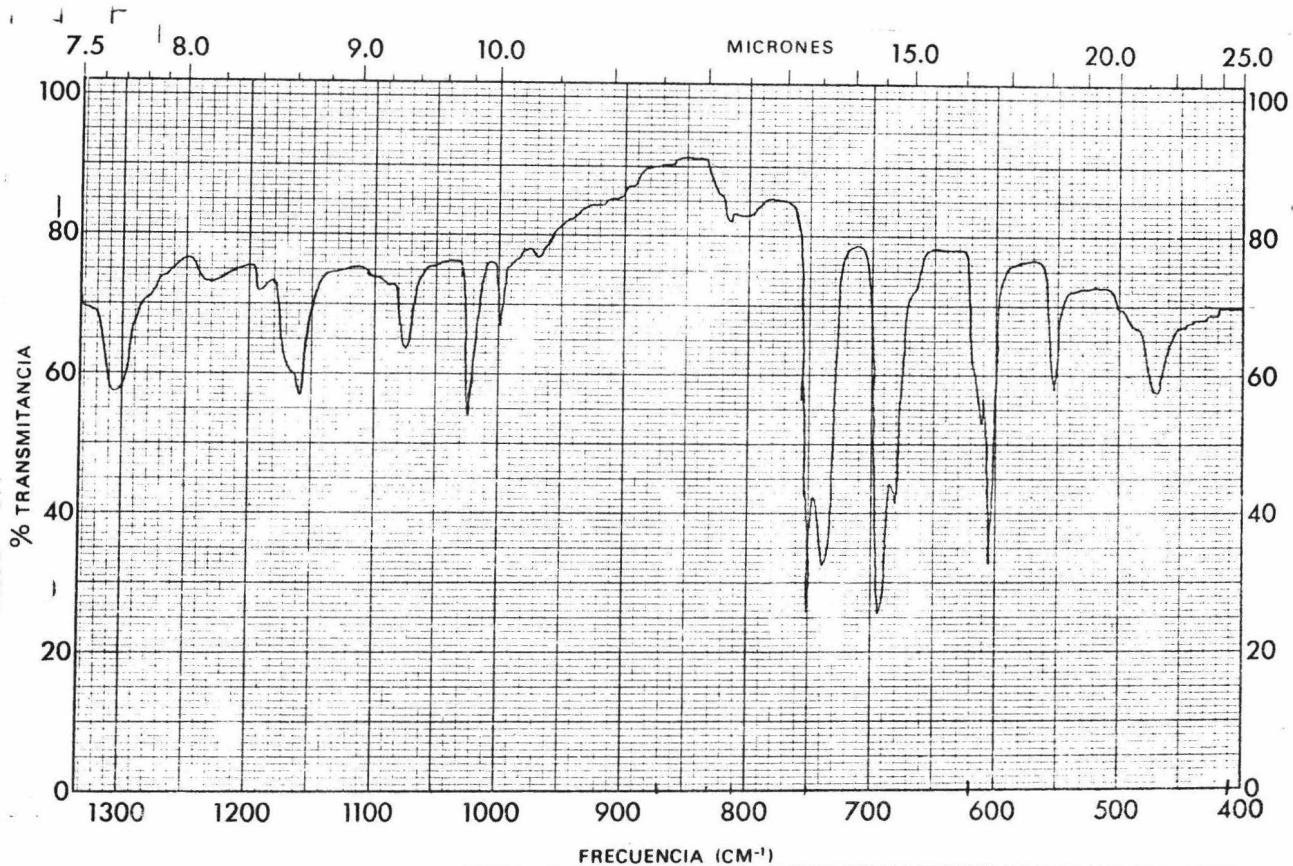
SAMPLE: <i>Difenil amina</i>	CURVE NO. <i>11537</i>	SCAN SPEED <i>fast</i>	OPERATOR <i>del</i>
ORIGIN	CONC.	SLIT <i>N</i>	DATE <i>18 X-72</i>
SOLVENT	CELL PATH <i>(KB cristal)</i>	REMARKS	
REFERENCE			

PART NO. 337-1204

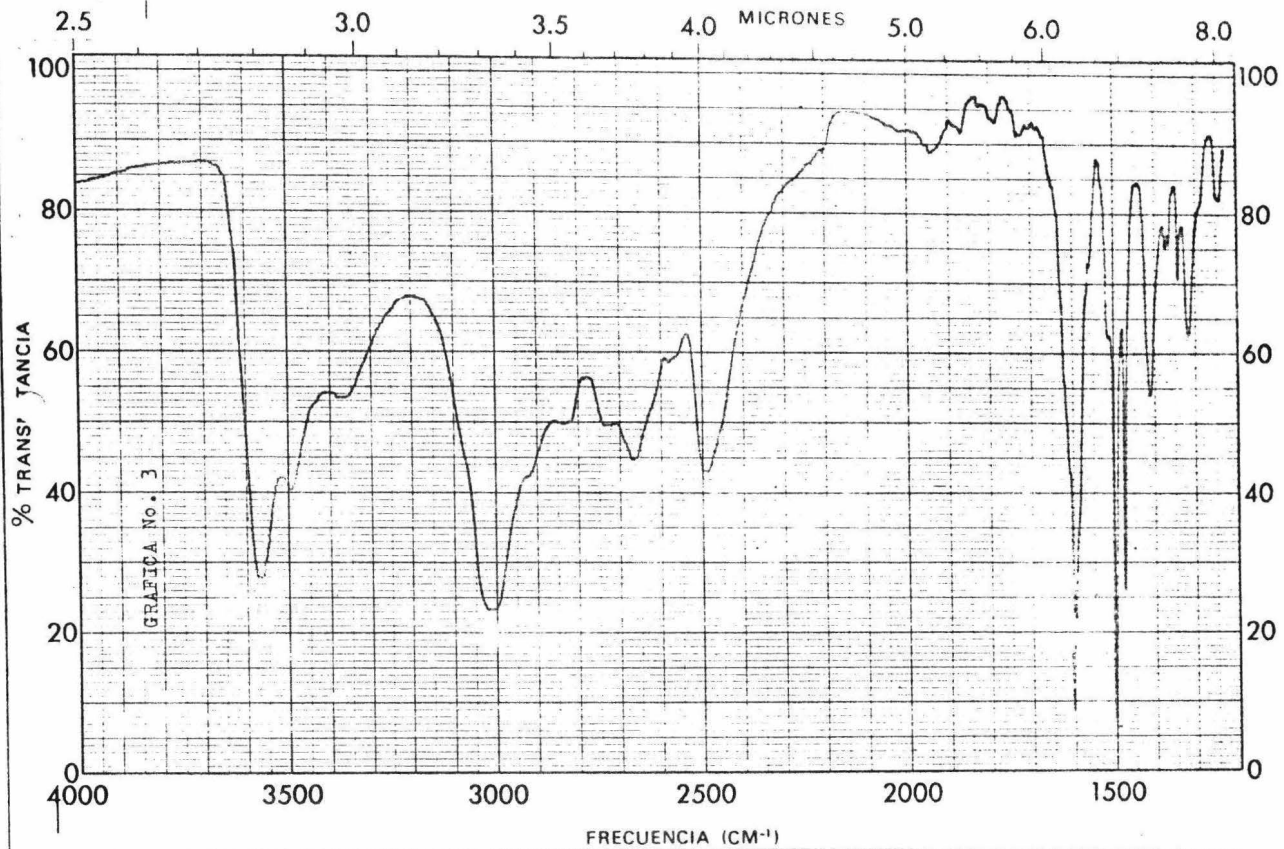
PERKIN ELMER



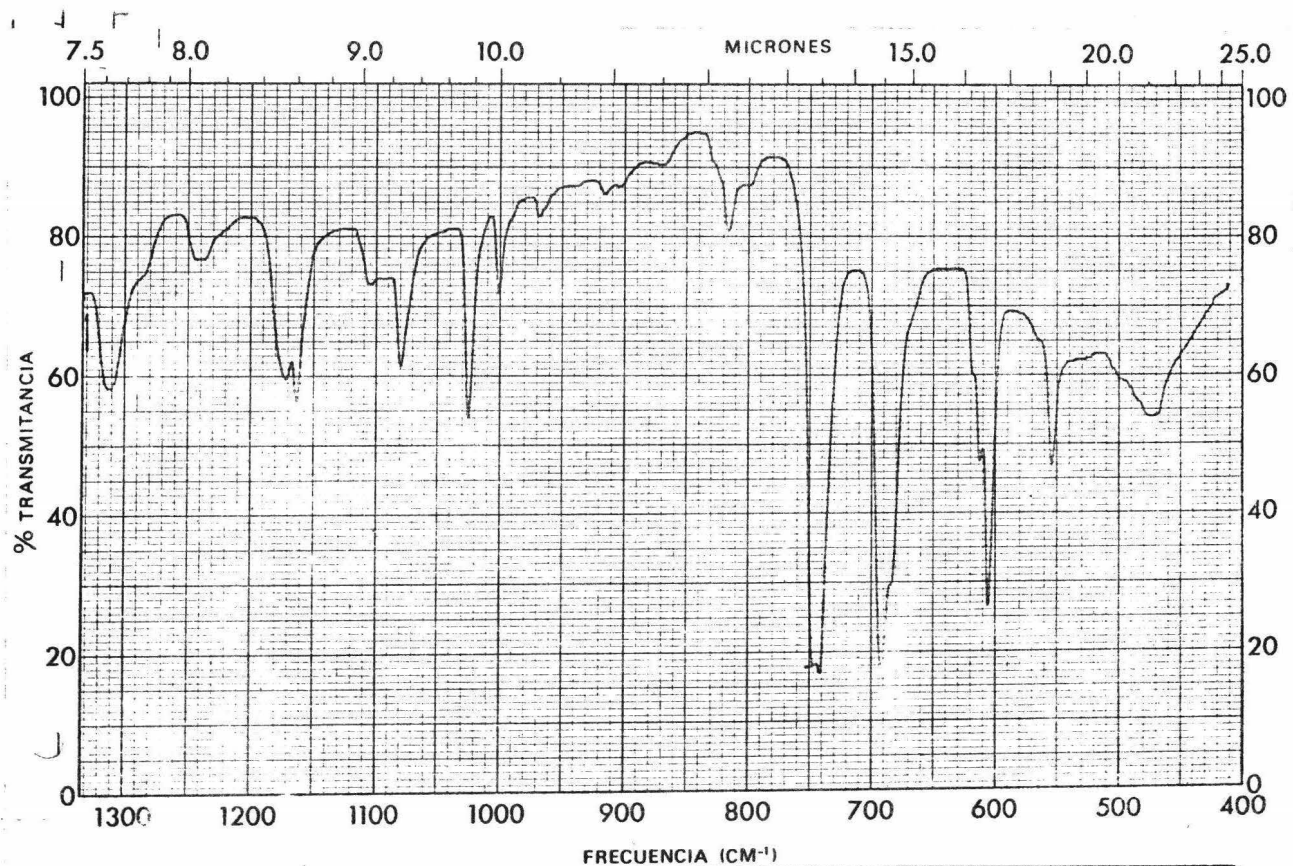
MUESTRA	31 X 13	CURVA NO	13803	VEL. DE BARRIDO	100	OPERADOR	
	31 X 13	CONC.	-	RENDIJA	1	FECHA	31-X-80
ORIGEN	Casa Pisco	ESPESOR DE CELDA	-	COMENTARIOS	J. M. L. M.		
ELVENTE		REFERENCIA	825				



MUESTRA	CURVA Nº	VEL. DE BARRIDO	OPERADOR
ORIGEN	CONC.	RENDIJA	FECHA
SOLVENTE	ESPELOR DE CELDA	COMENTARIOS	
	REFERENCIA		



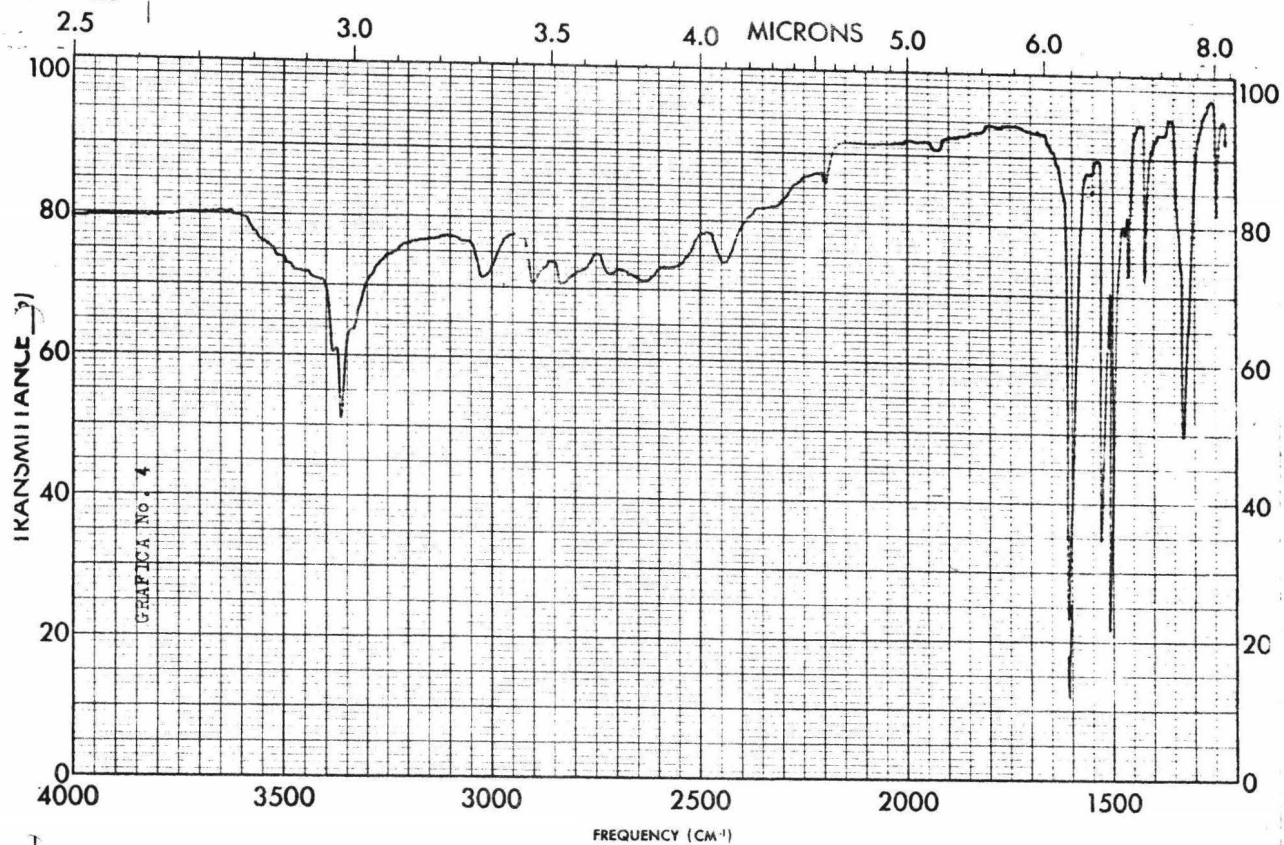
MUESTRA <u>Sulfato de Na</u>	CURVA N° <u>1</u>	VEL DE BARRIDO <u>11</u>	OPERADOR _____
ORIGEN <u>Na</u>	CONC. _____	RENDIJA <u>6</u>	FECHA <u>11-11-52</u>
SOLVENTE _____	ESPEJOR DE CELDA _____	COMENTARIOS _____	
	REFERENCIA _____		



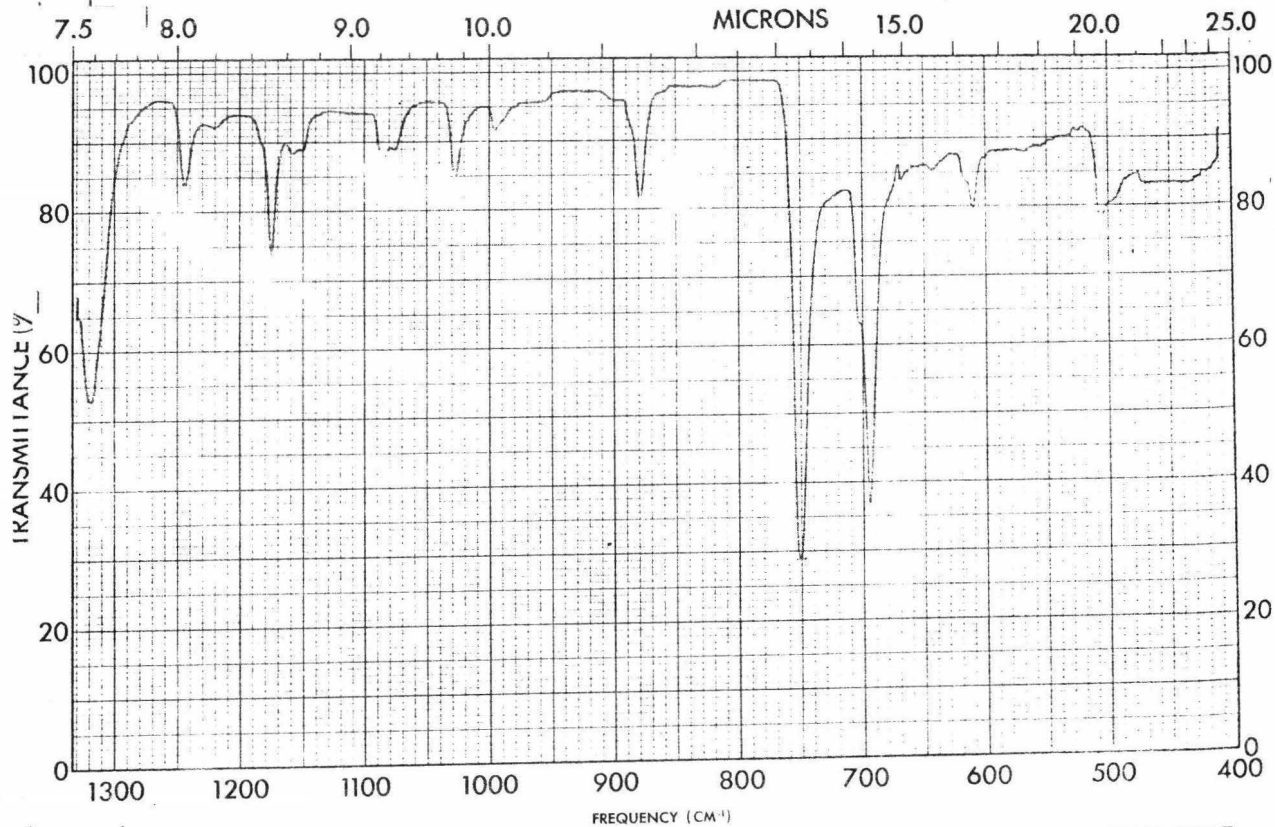
**ASE**

MUESTRA	S. B. + D. H.	CURVA Nº	13-11	VEL. DE BARRIDO	OPERADOR
ORIGEN	6-11	CONC.		RENDIA	FECHA
SOLVENTE		ESPOSOR DE CELDA		COMENTARIOS	
		REFERENCIA			





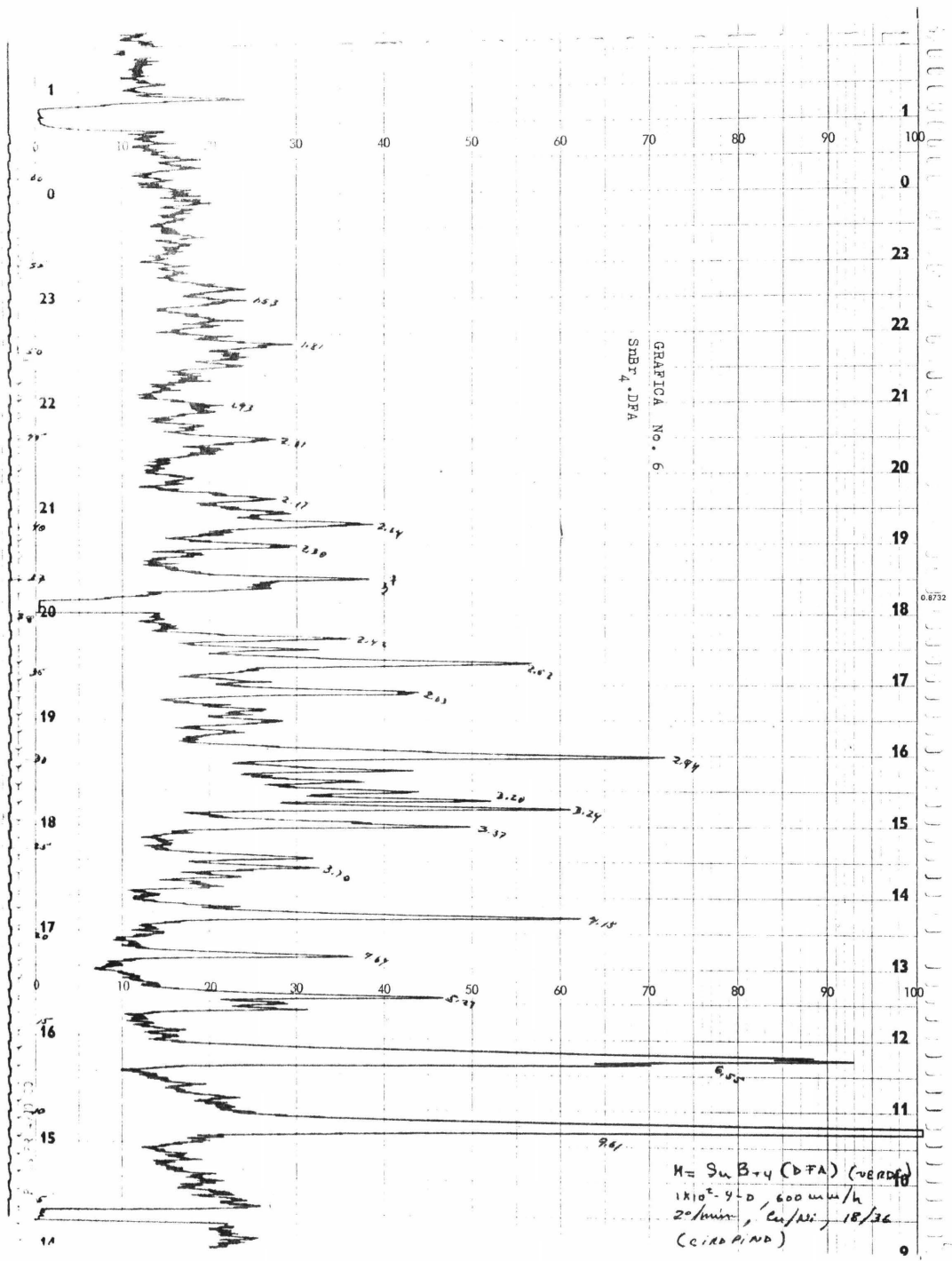
SAMPLE _____	CURVE NO. <u>127</u>	SCAN SPEED <u>100</u>	OPERATOR _____
ORIGIN _____	CONC. _____	SLIT _____	DATE _____
SOLVENT _____	CELL PATH _____	REMARKS _____	
	REFERENCE _____		



SAMPLE _____	CURVE NO. _____	SCAN SPEED _____	OPERATOR _____
_____	CONC. _____	SUIT _____	DATE _____
ORIGIN _____	CELL PATH _____	REMARKS _____	
SOLVENT _____	REFERENCE _____	_____	







GRAFICA No. 6  
Subr. 4. DPA

0.8732

$H = S_u B + y (DPA) (VERDE)$   
 $1 \times 10^{-4} - d, 600 \text{ mm/h}$   
 $20/\text{min}, \text{cu/psi}, 18/36$   
 (CIRCO PIND)



## 5. CONCLUSIONES.

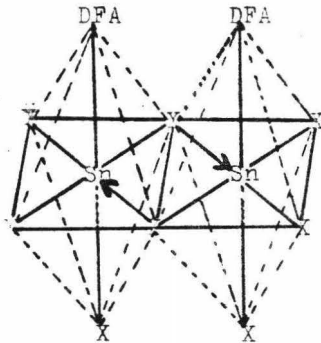
El análisis químico de los aductos del tetracloruro de estaño y del tetrabromuro de estaño, nos permite concluir que los únicos compuestos que se formaron son los de la relación estequiométrica 1:1. Esto también es apoyado por las propiedades físicas que aparecen en la tabla 4. Lo anterior se refiere a que independientemente de las condiciones y cantidades de reactivo empleadas, los únicos compuestos obtenidos son:  $\text{SnCl}_4 \cdot \text{DFA}$  y  $\text{SnBr}_4 \cdot \text{DFA}$ , esto es, sus coloraciones y puntos de fusión fueron exactamente los mismos.

En el caso particular del aducto de yodo no fué posible determinar su estequiometría a causa de su inestabilidad, sin embargo es muy probable que la relación estequiométrica sea 2:1, según datos de la tabla 3. La comparación de los puntos de fusión del aducto y del tetrayoduro de estaño hacen suponer que efectivamente se forma el complejo, pero los datos de I.R. y R.X. indican que no es así y que probablemente se trata de una mezcla del yoduro estánico y la difenil amina.

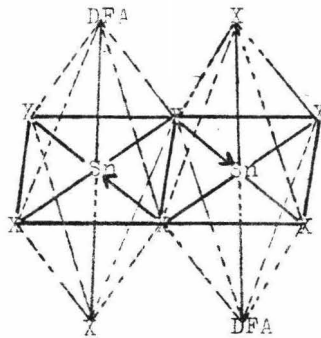
Como es bien sabido que la estructura bipiramidal trigonal es prácticamente imposible en éste tipo de aductos y de acuerdo con todos los datos analíticos anteriores se puede proponer la siguiente estructura para los aductos  $\text{SnCl}_4 \cdot \text{DFA}$  y  $\text{SnBr}_4 \cdot \text{DFA}$ :

Representación de la estructura dimérica octaédrica de los aductos  $\text{SnCl}_4 \cdot \text{DFA}$  y  $\text{SnBr}_4 \cdot \text{DFA}$ .

Isómero cis.



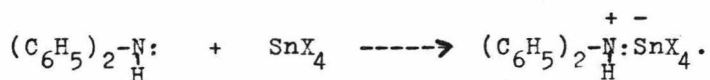
Isómero trans.



X = Cl, Br.

Esta estructura concuerda con el análisis químico es decir, con la relación estequiométrica I:I. La factibilidad de esta suposición radica en el hecho de la formación de puentes de halógenos entre los átomos de estaño, fenómeno frecuente en la química de estos elementos.

Una de las propiedades que se toma en cuenta, para determinar la probabilidad de formar puentes de halógenos con la estructura de los compuestos, es el carácter débilmente básico que presenta la difenil amina perteneciente a la rama de las aminas aromáticas secundarias, las cuales actúan como base de Lewis al reaccionar con los tetrahalogenuros de estaño, actuando como ácidos de Lewis, formando enlaces covalentes coordinados.



X = Cl, Br, I.

El carácter ácido de Lewis de los tetrahalogenuros de estaño es atribuible a la electronegatividad de los átomos de halógenos, por lo que es un fuerte atrayente de electrones.

La densidad electrónica en los halógenos puede ser lo que provoque puentes de halógenos entre los dos átomos de estaño, debido a los pares solitarios que rodean a los átomos de halógenos, en la figura anterior

se puede apreciar la donación de un par de electrones solitarios localizados sobre el halógeno, formando puentes de halógenos en los aductos.

Estos compuestos son covalentes, debido al carácter covalente que presenta el estaño con los halógenos ya que a medida que aumenta la relación carga/radio de los metales en este caso, el estaño(IV) se produce un aumento concomitante en el grado de covalencia. Los  $\text{SnX}_4$  donde (X = Cl, Br, I) son esencialmente covalentes.

Las fuerzas como ácidos de los tetrahalogenuros de estaño decrecen en el orden de:  $\text{SnCl}_4 > \text{SnBr}_4 > \text{SnI}_4$ , deduciendo que los aductos derivados del cloro son más estables que los del yodo.

Es difícil establecer una estereoquímica y una fórmula en los compuestos de yodo, por la inestabilidad que presentan.

En los complejos binucleares con puentes de halógenos son posibles los isómeros cis y trans. (ver Fig.)

Los aductos obtenidos presentan una aparente homogeneidad lo cual indicaría que no hay isomería geométrica, pero teóricamente se puede concluir que existen dos centros de simetría que pueden contribuir en un sentido positivo o negativo. Evidencias sobre este punto pueden ser obtenidas por métodos aplicados a sus momentos dipolos y por medio de rayos X.

BIBLIOGRAFIA.

1. Aggarwal, R.C. and Makhija, R.C. Reactions of Tin (IV) bromide and iodide with hidrazine and phenylhidrazine, Z. Anorg. All. Chem. 349(1-2), 101-6(1966).
2. Allison, J.A.C. and Mann, F.G. The constitution of complez metallic salts. J. Chem. Soc. Parte XIV 2915-25(1949).
3. Basolo, F. and Johnson, R. Química de los Compuestos de Coordinación. Reverté, S.A. (1967).
4. Beattie, I.R. The Acceptor Properties of Quadripositive Silicon Germanium, Tin and Lead, Quart, Rev., 17, 382(1963).
5. Beattie, I.R. and Mcquillan, G.P. 5.-Co-ordinate Tin, J., Chem. and Ind., 1429-30(1962).
6. Beattie, I.R. and Rule, L. J., 73, 267(1964).
7. Brown and Kubota, J. Amer. Chem. Soc., 83, 331, 4175 (1961).
8. Brown, H.C. The Chemistry of Molecular Shapes, Journal of Chemical Education, 36, (9), 424-31(1959).
9. Cotton, F.A. and Wilkinson, G.F.R.S. Química Inorganica Avanzada, Limusa-Wiley. (1971).
10. Enciclopedia Pascal, Química Inorganica Experimental, Tomo VIII, Parte III, 360 (1960).
11. Fieser, L.F. and Fieser, M. Química Organica, Grijalbo, S.A. (1968).
13. Mulliken, R.S. Molecular Compounds and their Spectra II., J. Amer. Chem. Soc., 74, 811(1952).



14. Shuba and Zenchelsky, S.T.A. Spectrophotometric Study of Interactions of some Lewis Acids with Bases in Organic Solvents, J. Amer. Soc. 4136-40 vol. 82 (1960).
15. Silverstein, R.M. and Bassler, G.C. Spectrometric Identification of Organic Compounds. Wiley International Edition (1967).
16. Sumarakova, T.N. and Sakinova, D.S. Reaction of Tin Tetrahalides with Diamines, II Hexametilendiamines, Zh. Obshch Khim, 34(8), 2696-702 (1964).
17. Thompson D.W., et al., J. Chem. Ed. The Synthesis and characterization of Tin Complexes Using Inert Atmosphere Techniques. 49,(8) 569-71(1972).
18. Vogel, A.I. Química Análitica, Vol. I, II. Kapelusz 1960
19. Wilkins, C.J. and Handler, H.M. Tin(IV) Fluoride Complexes and their Infrared Spectra. J. Chem. Soc. 3174-79(1965).
20. Woolf, A.A. J. Inorg. Nuclear Chem. 3, 285(1956).
21. Zenchelsky and Segatto, J. Amer. Chem. Soc., 80, 4796(1958).