

43  
2 g'

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



## COMPARACION DE TRES RUTAS SINTETICAS PARA LA OBTENCION DE MAG A PARTIR DE GLICERINA

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
Q U I M I C O  
P R E S E N T A  
ALVARO SANCHEZ RAMIREZ  
MEXICO, D. F. 1989

**FALLA DE ORIGEN**



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 está 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.

# INDICE

	Pág.
I.- INTRODUCCION	2
II.- OBJETIVO	3
III.- ANTECEDENTES	4
IV.- PARTE EXPERIMENTAL	14
V.- RESULTADOS	22
VI.- CONCLUSIONES	46
VII.- BIBLIOGRAFIA	49

## I. - INTRODUCCION

La presente tesis trata el problema de la obtención del monómero de metacrilato de glicidilo (GMA), a partir de materias primas que se consiguen fácilmente en el mercado nacional, para en un futuro dejar de importarlo. Para la obtención del GMA se partió de glicerina, que fué tratada inicialmente con diferentes hidrácidos (HCl, HBr, HI) para hacer una monohalogenación, en este caso después de varios experimentos se optó por seguir la técnica que empleo ácido clorhídrico, ya que también se trata de abaratar los costos, su obtención resulto de más bajo costo en comparación con los otros dos hidrácidos, además de obtener un mayor rendimiento y su toxicidad es menor que la del ácido bromhídrico y ácido yodhídrico.

El 3-cloro-1,2-propanodiol posteriormente se trató con sodio metálico en éter anhidro para obtener el epóxido (2,3-epóxi-1propanol), también fué obtenido por la acción del hidróxido de potasio en solución alcohólica, el epóxido una vez obtenido fué tratado con metacrilato de metilo para hacer una transesterificación, probando diferentes catalizadores y de esta manera obtener el metacrilato de glicidilo (GMA), el cual puede ser polimerizado por un radical libre.

## II.- OBJETIVO

Se desea evaluar varias rutas sintéticas para la obtención del monómero GMA.

El objetivo principal de este trabajo, es la obtención del monómero metacrilato de glicidilo (GMA), que en nuestro país es un producto de importación.

Otro de los objetivos es el empleo de materias primas nacionales como es la glicerina, que en varias industrias se obtiene como subproducto y en algunos de los casos es desechada ó subutilizada.

### III. - ANTECEDENTES

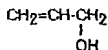
Para la obtención de monoclorohidrinas se ha empleado glicerina, epíclorhidrina y alcohol alílico (1).



GLICERINA

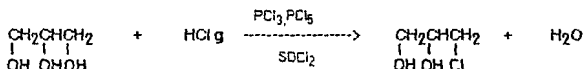


EPICLORHIDRINA

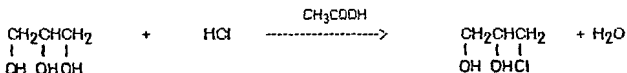


ALCOHOL ALÍLICO

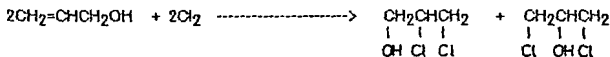
La monoclorohidrina se preparó en 1853 a 1856 tratando la glicerina con cloruro de hidrógeno y utilizando como catalizador cloruros de azufre ó de fósforo (1).



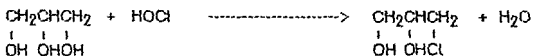
En 1860, Reboul, descubrió que con una pequeña cantidad de ácido acético u otro ácido orgánico catalizan la acción del ácido clorhídrico sobre la glicerina (1).



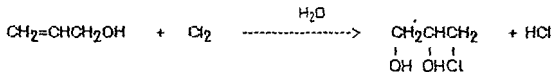
En 1860 Tollens obtuvo  $\alpha$  y  $\beta$  diclorohidrinas por la acción de cloro seco sobre el alcohol alílico (1).



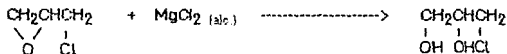
En 1870 Henry sintetizó clorhidrinas por la acción del ácido hipocloroso en glicerol (1).



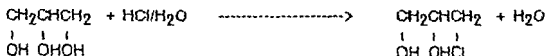
En 1922 Ioffe y Yamposskaya estudiaron los efectos de los iones cloro y la temperatura sobre el alcohol alílico en solución acuosa (1).



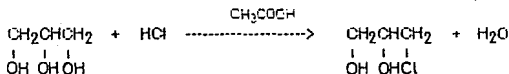
En 1923 Delaby obtuvo buenos rendimientos a partir de epiclorohidrinas con solución alcohólica de cloruro de magnesio (1).



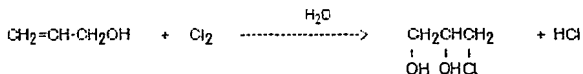
En 1920 Norris y Mulliken la obtuvieron tratando la glicerina con ácido clorhídrico acuoso (sp.gr. 1.178) a reflujo durante 4 horas (2).



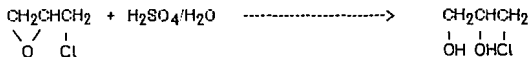
En 1941 Conant J.E. and Quayle O.R. trataron la glicerina con ácido clorhídrico gaseoso y ácido acético como catalizador (3).



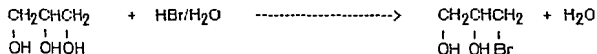
En 1965 Mejszkowski y Zielinski estudiaron las concentraciones de Cl<sub>2</sub> sobre el alcohol alílico para la formación de la monoclorohidrina (4).



En 1967 Lipkouski y Kirilchuk obtuvieron la monoclorohidrina por la acción del ácido sulfúrico diluido sobre la epíclorohidrina (5).

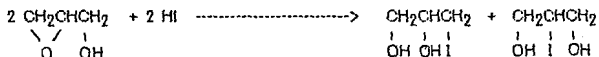


La obtención de la bromohidrina la efectuaron en 1920 Norris y Mulliken al tratar la glicerina con ácido bromhídrico (sp.gr. 1.49) a reflujo (6).



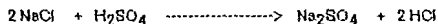


En 1962 Kratzl obtuvo la yodohidrina a partir del glicidol (7).

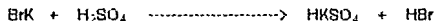


Para la obtención de los hidrácidos se siguieron las siguientes técnicas:

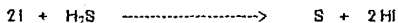
Para el ácido clorhídrico se añadió ácido sulfúrico concentrado a una pasta de cloruro de sodio y ácido clorhídrico concentrado (8).



Para el ácido bromhídrico se obtuvo, vertiendo ácido sulfúrico concentrado a una mezcla de bromuro de potasio y agua (9).

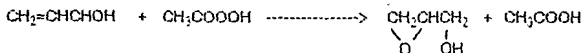


Para el ácido yodhídrico, a una suspensión formada por agua y yodo se le introduce una corriente de ácido sulfhídrico (10).

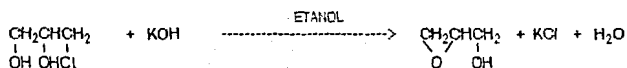
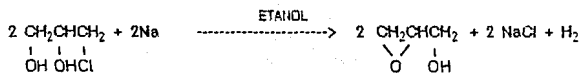
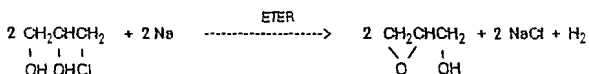


Para la obtención del glicidol se encontraron los siguientes métodos:

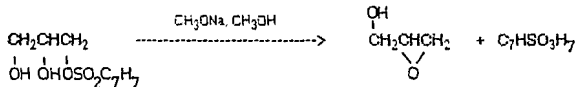
Yamagoshik y Kageyama lo sintetizaron a partir de alcohol alílico por la acción del ácido peracético (11).



En 1930 Rider y Hill lo obtuvieron a partir de monoclорohidrina por tres rutas (sodio en éter, sodio en alcohol y sodio en potasa alcohólica), (12).

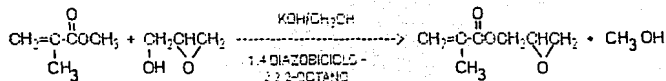


En 1942 Sowden y Fischer, obtuvieron el L-glicidol a partir del L-1-(ptoluen sulfonil glicerol), (13).

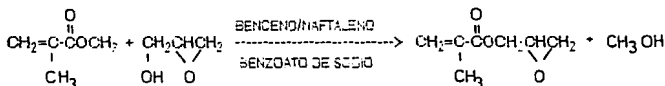


Para la obtención del éster de metacrilato de glicidilo, empleando glicidol se encontraron los siguientes métodos:

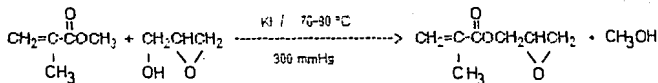
Pat. 3.140 764(1983):(14).



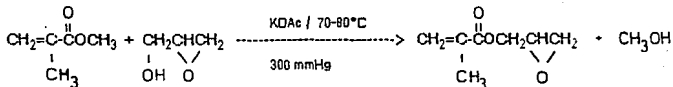
Pat. 80,102575(1981):(15).



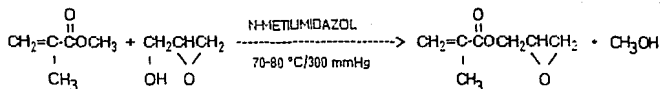
Pat. 8094378(1981):(16).



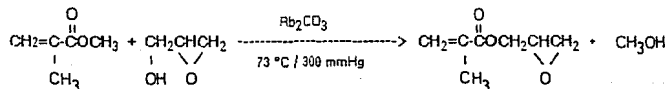
Pat. 8094381(1981):(17).



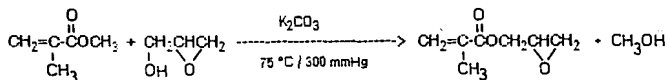
Pat. 8094,379(1981):(18).



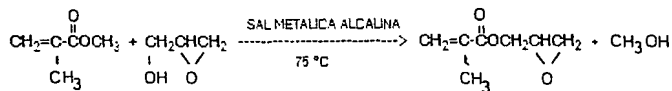
Pat. 81118075(1981):(19).



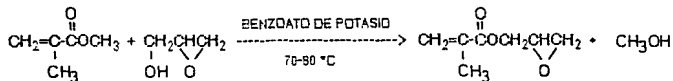
Pat. 80,127,381 (1981); (20).



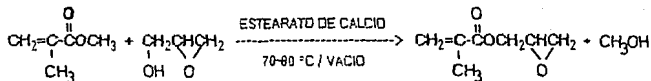
Pat. 80,105,676 (1981); (21).



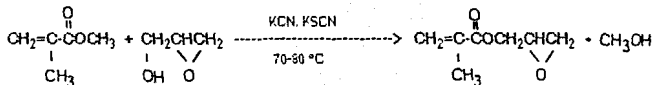
Pat. 79.163,513 (1980); (22).



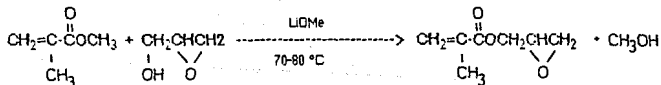
Pat. 903,007 (1979); (23).



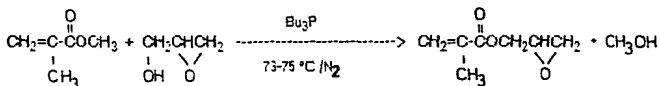
Pat. 2,525026 (1977); (24).



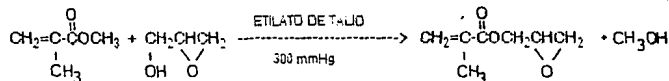
Pat. 2,423,405 (1976); (25).



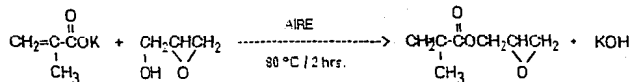
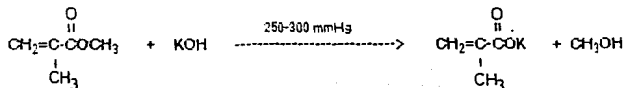
Pat. 7238421(1973);(26).



Pat. 208 8971(1972);(27).



Pat. 8011,542(1980);(28).

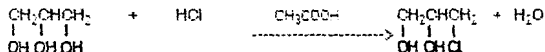


#### IV. - PARTE EXPERIMENTAL

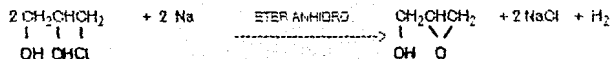
Para la síntesis del metacrilato de glicidilo (GMA), se seleccionó la ruta que se describe a continuación, la cual consta de tres pasos, en el primero de ellos se trató la glicerina con ácido clorhídrico para su monohalogenación, el segundo paso consistió en tratar la monoclorohidrina con sodio metálico para la producción del époxi (2-3époxi,ipropanol), el cual en el tercer paso se trató con metil metacrilato para producir el éster (metacrilato de glicidilo). Esta síntesis se seleccionó en base a la disponibilidad de las materias primas.

Las reacciones que se llevaron a cabo en cada paso son las siguientes:

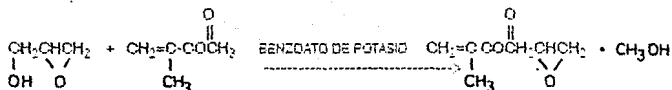
Paso 1



Paso 2



Paso 3





## PASO 1

Para hacer la monohalogenación se experimentó primero con ácido clorhídrico gaseoso, se hicieron varios experimentos, empleando un sistema como el que se representa en la figura 1. Para esta halogenación se siguió la técnica descrita por Conant J.B. and Quale O.R., (9). Una vez efectuada la reacción se procedió a destilar el producto por medio de una destilación fraccionada al vacío, recogiendo la fracción que destiló entre 114-120 °C a 14 mmHg. El producto una vez destilado se identificó por medio de sus propiedades fisicoquímicas, por sus espectros de infrarrojo y resonancia magnética nuclear.

A continuación se describe uno de los experimentos efectuados:

En un matraz Erlenmeyer se pusieron 204.75 g. de cloruro de sodio para producir 127.75 g. de ácido clorhídrico, el cual se burbujea sobre 46 g. de glicerina con 2.3 g. de ácido acético, estando estos en el matraz de reacción con agitación, a una temperatura de entre 105-110 °C. Al término de la dosificación se purificó el producto por medio de una destilación al vacío a una presión de 14 mmHg., colectando la fracción que destiló entre 114-120°C.

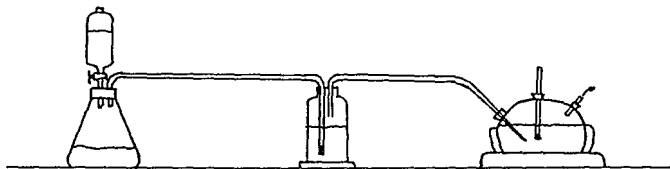


FIGURA 1

Se efectuaron experimentos de halogenación de la glicerina utilizando ácido bromhídrico y ácido yodhídrico, estos experimentos se hicieron en un sistema a reflujo (figura 2), durante cuatro horas. La purificación de los productos se efectuó por medio de una destilación al vacío, después de lo cual se procedió a caracterizarlos por medio de sus propiedades fisicoquímicas y por medio de sus espectros de infrarojo y de resonancia magnética nuclear.

Uno de los experimentos consistió en lo siguiente:

Se puso en un matraz bola 10 ml. de glicerina, 20 ml. del ácido (HBr, HI) y 1 ml. de ácido acético glacial a reflujo durante cuatro horas, al cabo de las cuales se destiló el producto y se procedió a su caracterización.

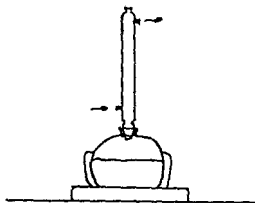


FIGURA 2

## PASO 2

Para la obtención del époxico se experimentó con sodio metálico en éter anhidro, también se experimentó, tratando la monoclorohidrina con potasa alcohólica (19).

El experimentó con sodio metálico, se efectuó a diferentes relaciones molares de sodio/monoclorohidrina, utilizando un sistema como el mostrado en la figura 3.

Uno de los experimentos consistió en lo siguiente:

Se mezcló 10.5 g. de monoclorohidrina con 60 ml. de éter anhidro en un matraz bola, el cual se puso en un baño de hielo para mantener la temperatura entre 10-12°C., para poder llevarse a cabo la reacción sin ningun peligro, posteriormente se le fué agregando 1.61 g. de sodio metálico en pequeños trocitos poco a poco en un tiempo aproximado de ocho horas, al termino de lo cual se dejo en reposo durante una noche para asegurarse de que todo el sodio reaccionara. Al día siguiente se filtró el cloruro de sodio producido y se procedió a destilar el éter, para posteriormente purificar el glicidol por medio de una destilación a vacío a una presión de 10 mmHg., recolectando la fracción que destiló entre 60-100°C.

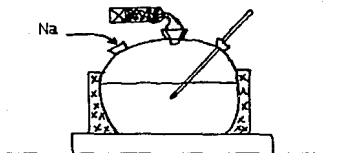


FIGURA 3

Para el experimento con potasa alcoholica se empleo un sistema como el de la figura 4.

Uno de los experimentos consistió en lo siguiente:

Se preparó una solución de potasa alcoholica con 8.4 g . de hidróxido de potasio en 60 ml. de alcohol etílico, la cual se transfirió a una bureta.

En un matraz bola se puso 10.5 g. de monoclorohidrina con 20 ml. de alcohol etílico, el cual se puso en un baño de hielo para bajar la temperatura a aproximadamente 10°C, con agitación se le empezó a agregar gota a gota por medio de la bureta la solución alcoholica en un tiempo aproximado de dos horas , al termino de las cuales la reacción se dejo con agitación por tres horas para que finalizara la reacción, posteriormente se filtro el cloruro de potasio producido y se procedió a destilar el alcohol etílico para purificar el glicidol por medio de una destilación a vacío a una presión de 10 mmHg. y colectando la fracción que destiló entre 60-100°C..El producto se identificó por medio de sus propiedades fisicoquímicas y por medio de sus espectros de infrarojo y rersonancia magnetica nuclear.

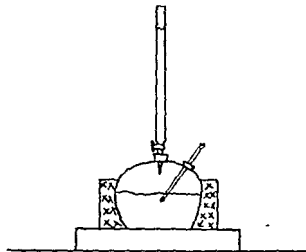


FIGURA 4

### FASO 3

Para la obtención del éster (22), se empleó un sistema como el de la figura 5, el cual es un sistema de reflujo conectado a la vez a un sistema de destilación para ir eliminando el subproducto (metanol), para hacer la reacción cuantitativa. El experimento consistió en poner a reflujo durante tres horas el glicidol y el metacrilato de metilo con benzoato de potasio como catalizador.

Uno de los experimentos consistió en lo siguiente:

Se puso 7.4 g. de glicidol con 50 g. de metacrilato de metilo y 0.3 g. de benzoato de potasio como catalizador en un matraz bola para ponerlo a reflujo durante tres horas y a su vez ir destilando el metanol que se va produciendo en la reacción, al termino de lo cual se destiló el producto por medio de una destilación a vacío a una presión de 10 mmHg y colectando la fracción que destiló entre 75-77 °C. El producto se identificó por medio de sus propiedades fisicoquímicas y sus espectros de infrarojo y resonancia magnetica nuclear.

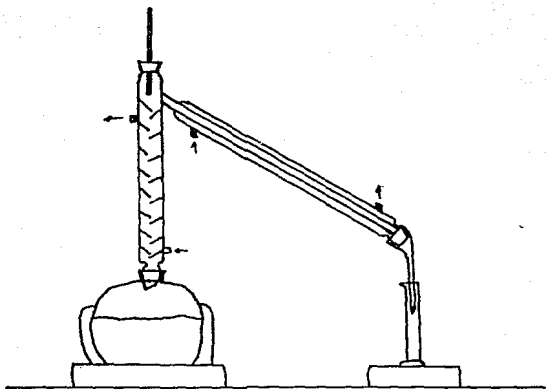


FIGURA 5

## V. - RESULTADOS

Se efectuó una serie de reacciones para la obtención de la monoclorohidrina (9), bromohidrina (8) y la yodohidrina (8), en los sistemas descritos anteriormente, los máximos rendimientos obtenidos se muestran en la tabla 1, con estos resultados se construyó la gráfica 1, tomando en cuenta la electronegatividad del halógeno.

TABLA 1

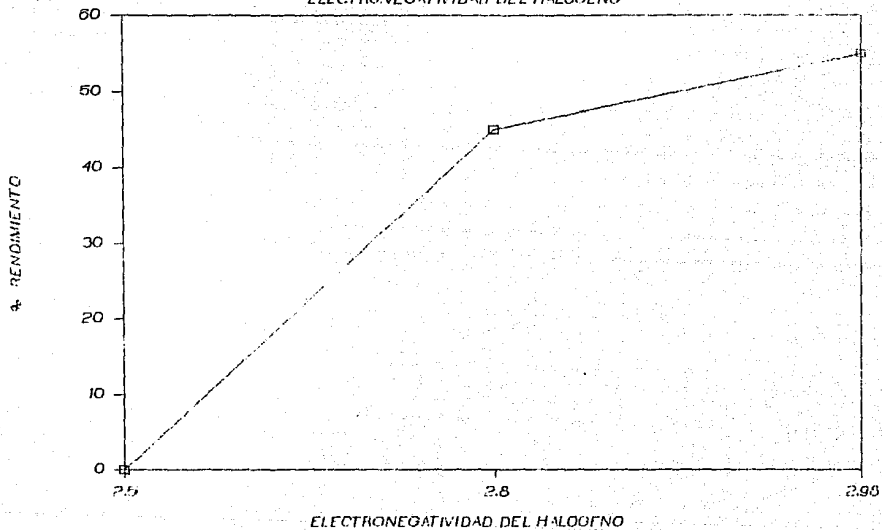
HIDRÁCIDO (HX)	RENDIMIENTO (%)
HCl	55
HBr	45
HI	NADA

A los productos obtenidos se le efectuarón las siguientes propiedades fisicoquímicas para su identificación, así como sus espectros de resonancia magnética nuclear y de infrarojo (espectros 1 y 2).



# GRAFICA 1

ELECTRONEGATIVIDAD DEL HALOGENO

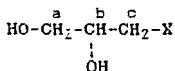


PROPIEDAD	MONOCLOROHIDRINA EXPERIMENTAL	MONOCLOROHIDRINA LITERATURA
DENSIDAD	1.319 g/c.c.	1.322 g/c.c.
I.REFRACCION	1.4801	1.4805
P.EBULLICION	114-120°C/14mmHg	114-120°C/14mmHg
SOLUBILIDAD	agua, acetona	agua, acetona

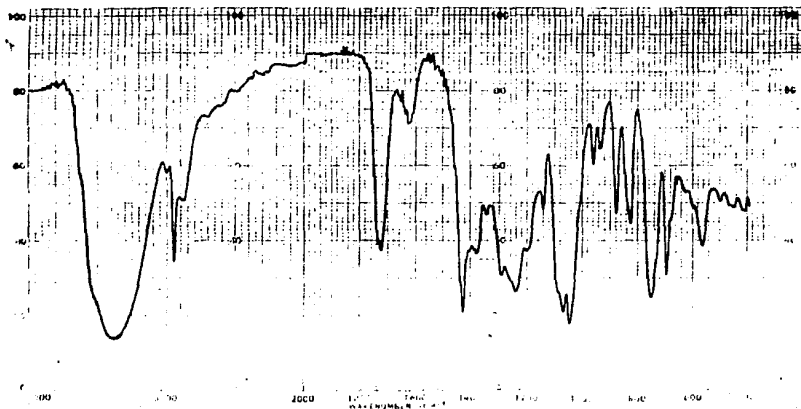
PROPIEDAD	MONOBROMOHIDRINA EXPERIMENTAL	MONOBROMOHIDRINA LITERATURA
DENSIDAD	1.768 g/c.c	1.771 g/c.c.
I.REFRACCION	1.5182	1.5187
P. EBULLICION	128-130°C/14mmHg	128-130°C/14mmHg
SOLUBILIDAD	agua, acetona	agua, acetona

Las bandas características de los espectros 1 y 2, correspondientes a la monoclorohidrina y a la bromohidrina respectivamente, nos dan en infrarojo una banda ancha entre 3200-3600 de un grupo OH, en 1050 y 1100 una banda de enlace C-O de alcohol primario y secundario respectivamente, abajo de 3000 y 1470 una banda de enlace -CH<sub>2</sub>- , entre 600-800 banda de enlace C-Cl y entre 500-600 banda de enlace C-Br.

En resonancia magnética nuclear, nos dan los siguientes picos:



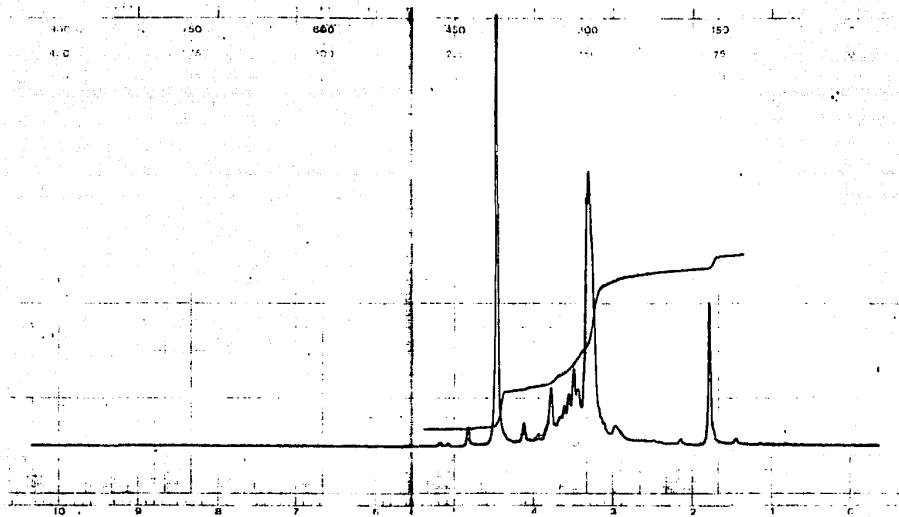
a= c.a. 3.66  
b= 3.88  
c= 4.64 HDO



ESPECTRO 1

INFRAROJO

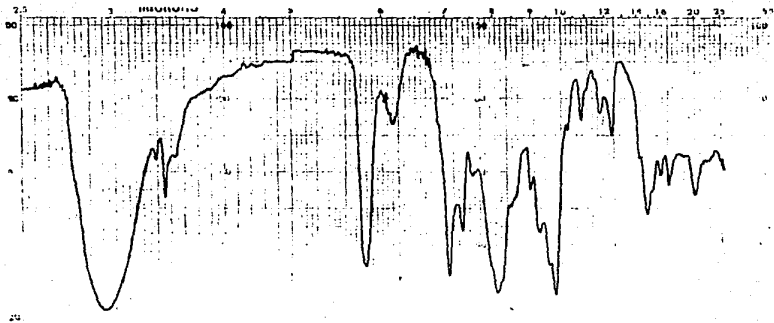
MONOCLOROHIDRINA



ESPECTRO 1

RMN

MONOCLOROHIDRINA



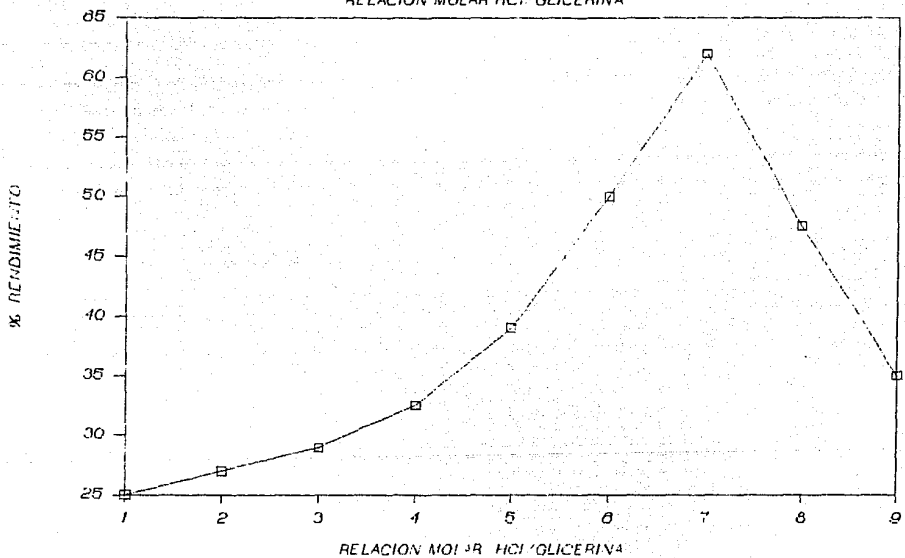
ESPECTRO 2 INFRAROJO MONOBROMOHIDRINA

Al obtenerse un mayor rendimiento con el ácido clorhídrico, se procedió a optimizar el método, para llevar a cabo esto se aumento la cantidad de ácido clorhídrico burbujeado sobre la glicerina. La cantidad de ácido clorhídrico producido se controlo de acuerdo con la cantidad de cloruro de sodio puesta en el reactor, sacando así las moles producidas de ácido. Se obtuvieron los resultados de la tabla 2, por medio de los cuales se construyó la grafica 2, de porciento de rendimiento contra la relación molar ácido/glicerina.

TABLA 2

RELACION MOLAR HCL/GLICERINA	RENDIMIENTO %
1	25
2	27
3	29
4	32.5
5	39
6	50
7	62
8	47.5
9	35

GRAFICA 2  
 RELACION MOLAR HCl/GLICERINA



Una vez obtenida la monoclorohidrina paso 1, se procedió a obtener el glicidol paso 2, haciendo el estudio de dos métodos, primero se trató la monoclorohidrina con potasa alcohólica, variando la relación molar potasa/monoclorohidrina, se obtuvieron los resultados informados en la tabla 3, con los cuales se construyó la gráfica 3.

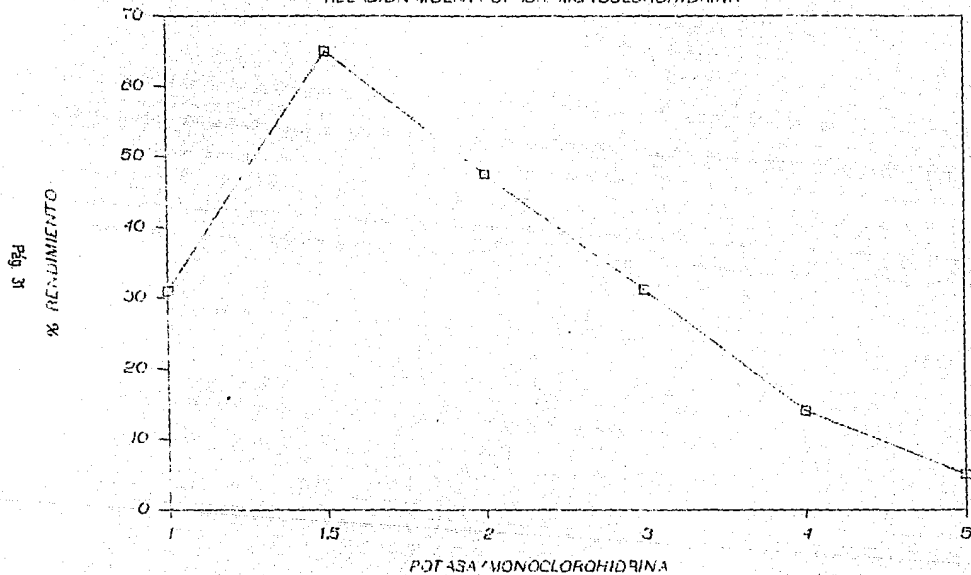
TABLA 3

RELACION MOLAR POTASA/MONOCOLOROHIDRINA	RENDIMIENTO %
1	31
1.5	65
2	47.6
3	31.2
4	14
5	5



# GRAFICA 3

RELACION MOLAR POT ASA \* MONOCLOROHIDRINA



El producto obtenido se le identificó por medio de sus propiedades fisicoquímicas y sus espectros de resonancia magnética nuclear y de infrarojo.

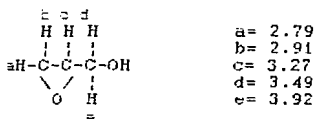
PROPIEDADES FISICOQUIMICAS  
GLICIDOL OBTENIDO CON Na

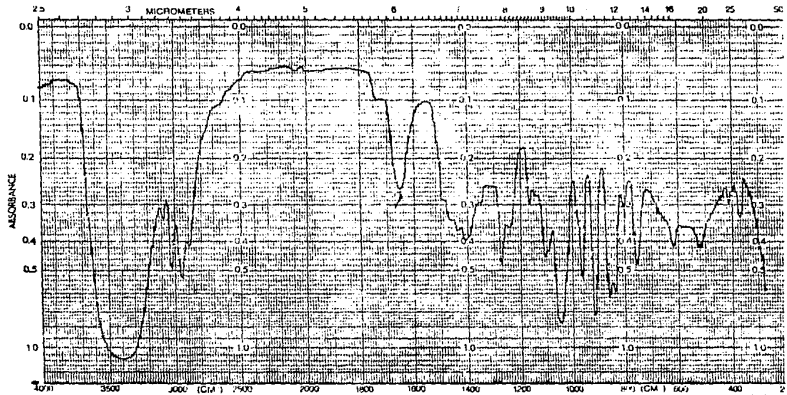
PROPIEDAD	GLICIDOL EXPERIMENTAL	GLICIDOL LITERATURA
P. EBULLICION	60-100°C/10mmHg	60-100°C/100mmHg
DENSIDAD	1.1135	1.1143
I.REFRACCION	1.4281	1.4304
SOLUBILIDAD	éter, acetona	éter, acetona

BANDAS CARACTERISTICAS DEL ESPECTRO 3

El espectro de infrarojo nos da una banda ancha entre 3200-3500 correspondiente al grupo -OH, una banda en 1050 del enlace C-O de alcohol primario, dos bandas una en 3000 y otra en 1470 del grupo metileno (-CH<sub>2</sub>-), bandas en 3000, 3040 y entre 800-900 correspondientes al grupo époxido.

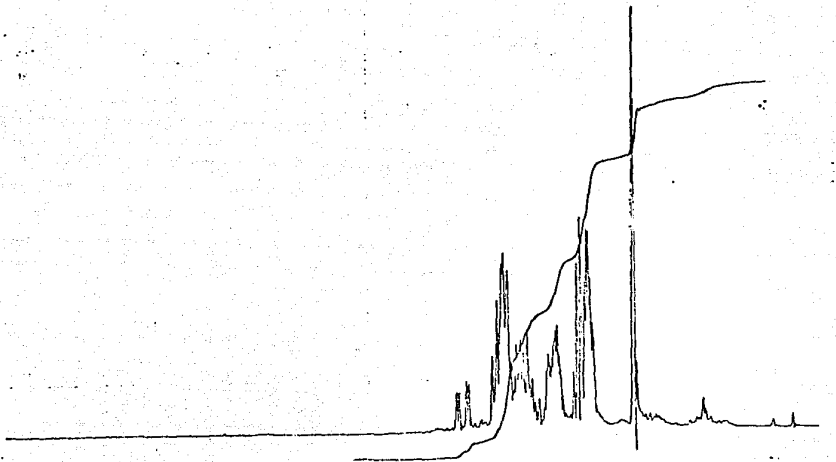
En resonancia magnética nuclear tenemos:





ESPECTRO 3 INFRAROJO GLICIDOL CON POTASA

14.594



ESPECTRO 3

RMN

GLICIDOL

CON

POTASA

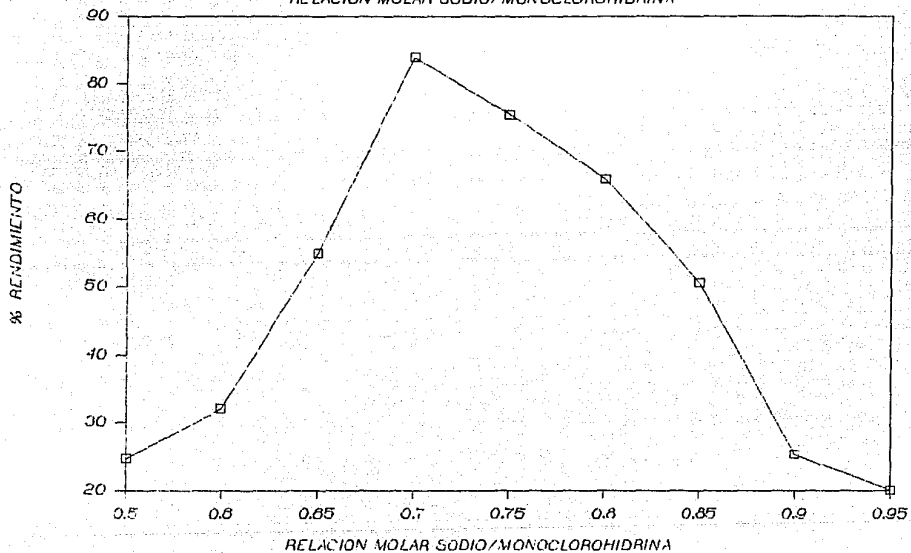
En el segundo método se trató la monoclorohidrina con sodio metálico en éter anhidro, variando la relación molar sodio/monoclorohidrina, se obtuvieron los resultados informados en la tabla 4, con los cuales se construyó la gráfica 4.

TABLA 4

RELACION MOLAR SODIO/MONOCLOROHIDRINA	RENDIMIENTO %
0.5	24.68
0.6	32.08
0.65	55
0.7	84.7
0.75	75.5
0.8	66
0.85	50.62
0.9	25.3
0.95	20.04

# GRAFICA 4

RELACION MOLAR SODIO/MONOCOLOROHIDRINA



Al producto obtenido se le identificó por medio de sus propiedades fisicoquímicas y por sus espectros de resonancia magnética nuclear y de infrarojo.

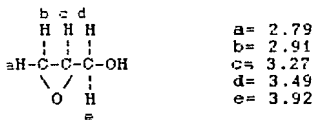
PROPIEDADES FISICOQUIMICAS  
GLICIDOL OBTENIDO CON POTASA

PROPIEDAD	GLICIDOL EXPERIMENTAL	GLICIDOL LITERATURA
P. EBULLICION	60-100°C/10mmHg	60-100°C/100mmHg
DENSIDAD	1.1140	1.1143
I.REFRACCION	1.4300	1.4304
SOLUBILIDAD	éter, acetona	éter, acetona

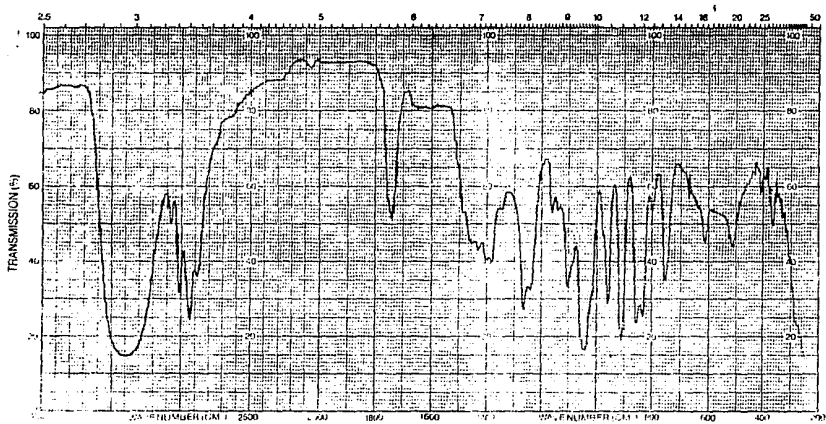
## BANDAS CARACTERISTICAS DEL ESPECTRO 4

El espectro de infrarojo nos da una banda ancha entre 3200-3500 correspondiente al grupo -OH, una banda en 1050 del enlace C-O de alcohol primario, dos bandas una en 3000 y otra en 1470 del grupo metileno (-CH<sub>2</sub>-) , bandas en 3000, 3040 y entre 800-900 correspondientes al grupo éoxido.

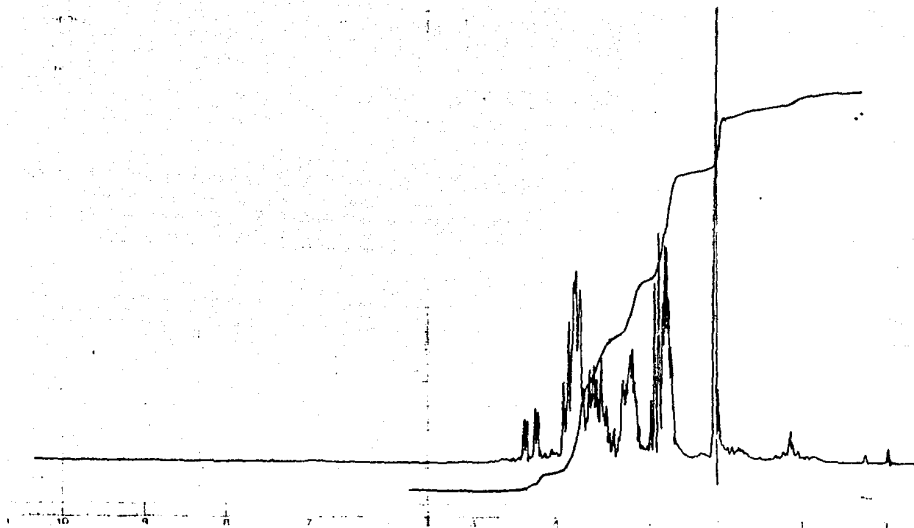
En resonancia magnética nuclear tenemos:







ESPECTRO 4 INFRAROJO GLICIDOL CON SODIO



ESPECTRO 4 RMN GLICIDOL CON SODIO

Para la obtención del éster paso 3, se usarón varios catalizadores, los resultados se muestran en la tabla 5, con los cuales se construyó la gráfica 5.

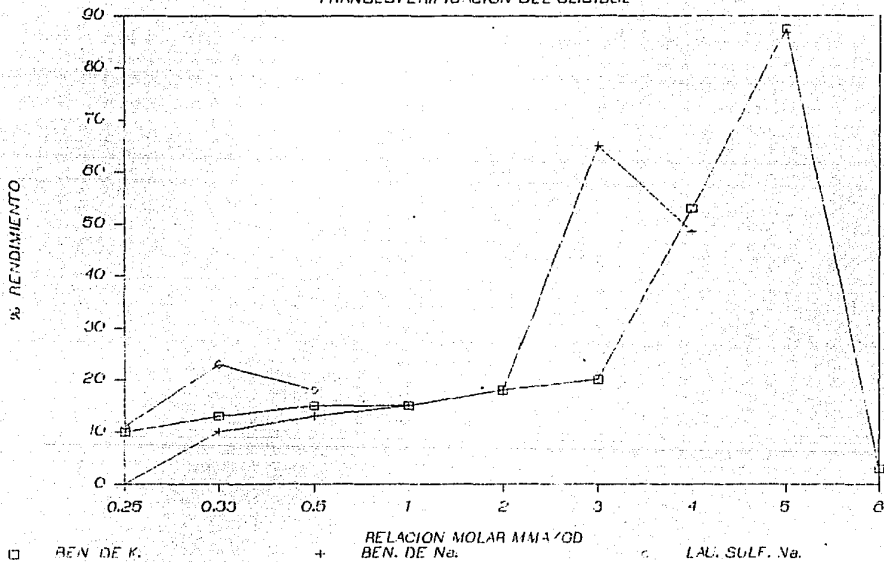
TABLA 5

RELACION MOLAR	RENDIMIENTO
MMA/GD	%
Benzoato de potasio	
0.25	10
0.33	13
0.5	15
1.0	15
2.0	18
3.0	20
4.0	53
5.0	87.5
6.0	73
Benzoato de sodio	
0.2	--
0.33	10
1.0	13
2.0	15
3.0	18
5.0	65
6.0	48.5
Lauril sulfato de sodio	
1.0	11
2.0	23
3.0	18
Tritón	
5.0	41
Naftenato de plomo	
5.0	--

# GRAFICA 5

TRANSESTERIFICACION DEL GLICIDOL

Pág. 12



Al producto obtenido en un mayor rendimiento con el catalizador benzoato de potasio (GMAK-8), se le identificó por medio de sus propiedades fisicoquímicas y por sus espectros de resonancia magnética nuclear y de infrarojo

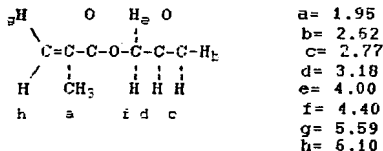
### PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

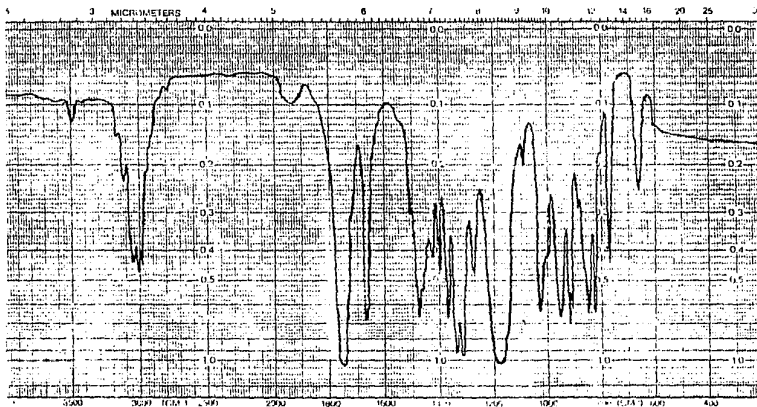
PROPIEDAD	EXPERIMENTAL GMAK-8	LITERATURA GMA
P.EBULLICION	74-75°C/10mmHg	74-75°C/10mmHg
DENSIDAD	1.072	1.074
I. REFRACCION	1.4479	1.4482
SOLUBILIDAD	Insoluble en agua	Insoluble en agua

### BANDAS CARACTERISTICAS DEL ESPECTRO 5

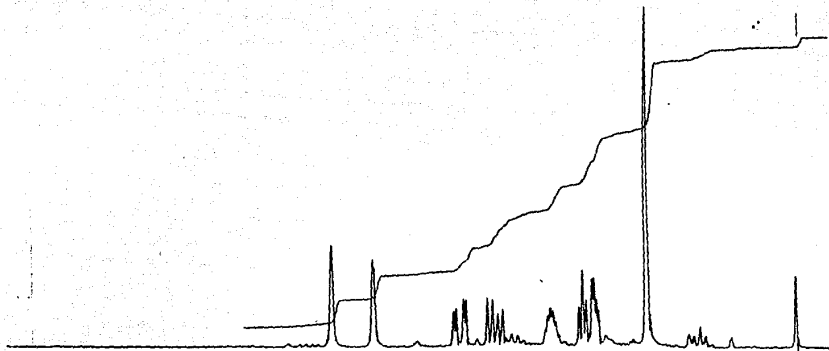
En infrarojo tenemos una banda en 3080 del grupo CH<sub>2</sub>=; en 2960 y 2925 una del grupo metilo y metileno respectivamente (CH<sub>3</sub>-, -CH<sub>2</sub>-); en 3000, 3040, 1250 y entre 750-950 bandas características del grupo éoxido y para el grupo éster hay una banda en 1760 y dos entre 1050 y 1300.

En resonancia magnética nuclear tenemos:





ESPECTRO 5 INFRAROJO METACRILATO DE GLICIDIL



ESPECTRO 5 RMN METACRILATO DE GLICIDILO

## VI.- CONCLUSIONES

1.- En el paso 1 de la reacción se observó que el hidrácido, que dió un mejor rendimiento, fué con el ácido clorhídrico.

Se observó que la relación molar HCl/glicerina igual a 7 nos dió el rendimiento más alto del al 62%, mientras que para una relación de 1, nos dió el rendimiento más bajo del 25%.

2.- Por la serie de reacciones que se efectuarón y tomando en cuenta la toxicidad de cada uno de los hidrácidos, se observó que el menos tóxico es el ácido clorhídrico, además otra ventaja que se observo es que su método de obtención resulta de muy bajo costo ya que se parte de cloruro de sodio como materia prima, que es de bajo costo.

3.- En el paso 2, de la síntesis en la cual se forma el éoxido, de los dos métodos empleados el que da un mejor rendimiento y un producto más puro, esto observado por medio de sus propiedades fisicoquímicas, por sus espectros de resonancia magnetica nuclear y de infrarojo, es con sodio metatico y éter.

Se observó que para una relación molar sodio/monoclorohidrina igual a 0.7, se obtiene el rendimiento más alto igual al 84.7%, mientras que para una relación molar igual a 0.95, se obtuvo un rendimiento del 20.04%, que fué el rendimiento más bajo observado.



En la síntesis con potasa alcohólica, se obtuvieron rendimientos más bajos, un rendimiento máximo del 65% para una relación molar potasa/monoclorhidrina igual a 1.5 y un rendimiento más bajo del 5% para una relación molar igual a 5.

- 4.- Para el paso 3 de la reacción, la obtención del éster, se probaron cinco catalizadores que fueron: el benzoato de potasio, benzoato de sodio, lauril sulfato de sodio, tritón y naftenato de plomo.

Con estos dos últimos, únicamente se alcanzó a efectuar una reacción, por lo que no podemos hacer una comparación con los otros tres.

Con el lauril sulfato de sodio se observó que se obtienen muy bajos rendimientos, ya que para la relación molar MMA/GD igual a 2, se obtuvo el mayor rendimiento que es del 23%.

Con el benzoato de potasio y de sodio observamos que se obtienen rendimientos mucho mejores, en los cuales para una relación molar MMA/GD igual a 5 se obtuvo un rendimiento del 87.5% y 65%, respectivamente.

- 5.- De los tres pasos para llevar a cabo la reacción, en el cual se necesita tener un mayor cuidado, por la peligrosidad de estar trabajando con sodio metálico es el segundo, por lo que hay que estar pendientes de que la temperatura no se eleve en el matraz de reacción, además de que en este paso, es en el que se emplea un mayor tiempo de reacción.

6.- De acuerdo con los resultados obtenidos, si se llegara a interesar alguna compañía en la elaboración del metacrilato de glicidilo a partir de glicerina, se tendría en primer lugar que halogenar la glicerina con ácido clorhídrico, posteriormente tratarla con sodio metálico en éter anhidro para producir el glicidol finalmente hacer una transesterificación con metacrilato de metilo, utilizando como catalizador benzoato de sodio.

## VII.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Kirk-Othmer; Enciclopedia de Tecnología Química; Clorhidrinas; Tomo IV; 1ª Edición; México (1962); Pag. 721-739.
- 2.- Norris F.J. y Mulliken S.R., J. Am.Chem.Soc. 42,2096(1920).
- 3.- Conant J.B., y Quayle O.R., Org. Syn. coll.vol. I. 294(1941).
- 4.- Myszkowski J. y Zielinski Z.A., Forum,sl Chem.44(5), 249-52(1965).
- 5.- Lipkouski S.A. y Kirichuk N.I., Khim-Farm.Zh.1(6), 22-23(1967).
- 6.- Norris F.J. y Mulliken S.R., J.Am.Chem.Soc.42, 2096(1920).
- 7.- Kratzl et al. Monatsh 93, 49(1962).
- 8.- Kirk-Othmer., Enciclopedia de Tecnología Química, Tomo IV, 1a Ed., México(1962), Pag.698.
- 9.- Heisig G.B. y Amdur E., Inorganic Synthesis., Vol. I, N.Y. y London 1939, p155.
- 10.- Heisig G.B. y Amdur E., Inorganic Synthesis., Vol. I, N.Y. y London 1939, p157.

- 11.- Yamagoshik y Kageyama., Hydrocarbon Processing, 139-144, (Nov.1976).
- 12.- Rider and Hill., J.Am.Chem.Soc.52, 1521(1930).
- 13.- Sowden y Fischer., J.AM.ChemSoc.52, 1521(1942).
- 14.- Pat. 3, 140754(1983), Alemania, Roehna G.M.B.H.
- 15.- Pat 80102575(1981), Japon, Toatsu Chemical Inc.
- 16.- Pat. 8094378(1981), Japon, Daicel Chemical Industries L.T.D.
- 17.- Pat. 8094381(1981), Japon, Daicel Chemical Industries L.T.D.
- 18.- Pat. 8094, 379(1981), Japon, Daicel Chemical Industries L.T.D.
- 19.- Pat. 81118075(1981), Japon, Mitsui Toatsu Chemical Inc.
- 20.- Pat. 80, 127, 381(1981), Japon, Mitsui Toatsu Chemical Inc.
- 21.- Pat. 80, 127, 381(1981), Japon, Mitsui Toatsu Chemical inc.
- 22.- Pat. 79,163,513(1980), Japon. Nippon Oils and Fats, Co.,L.T.D.
- 23.- Pat. 7903, 007(1979), Japon, Nippon Oil Fats, Co., L.T.D.

- 24.- Pat. 2, 525025(1977), Alemania, Deutsche Gold-und Silber Scheidestalt Vorm.Roessler.
- 25.- Pat. 2, 423, 405(1976), Alemania, Deutsche Gold-und Silber Scheideestalt Vorm.Roessler.
- 26.- Pat. 7238421(1973),Japón, Japan Synthetic Chemicals Industry Co., L.T.D.
- 27.- Pat. 2086971, (1972), Francia, Ugilor.
- 28.- Pat. 8011,542(1980), Japón, Nippon Oils and Fats Co., L.T.D.