

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



MALEATO DE DIETILO
ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO PARA
SU FABRICACION EN MEXICO

379

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A N

LUIS CARLOS VITE GALVAN
SERGIO MONTIEL ROMERO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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
ADQ. 1975
FECHA
PROC. M7233



QUINICA

A QUIENES TANTO ME QUISIERON Y
AYUDARON Y QUE YA DIOS QUISO -
SE ME ADELANTARAN.

A MI PACIENTE MADRE.

A MI ENTUSIASTA Y ADORADA ESPOSA.

A MIS PEQUEÑOS HIJOS.

ROSANA Y SERGIO.

A MI PADRINO MANUEL.

A MI PRIMO JAIME.

A MI HERMANO.

A MIS MAESTROS Y
COMPAÑEROS.

A TODOS LOS QUE EN ALGUN TIEMPO
Y MOMENTO ME PRESTARON SU VALIOS
A AYUDA.

INDICE DEL CONTENIDO

		Pág.
I.	INTRODUCCION	1
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	9
III.	GENERALIDADES	12
	a). ANTECEDENTES HISTORICOS	12
	b). APLICACIONES	13
	c). PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS	15
IV.	ESTUDIO DE MERCADO	21
	a). RESUMEN DEL ESTUDIO	21
	b). ANALISIS DE OFERTA Y DEMANDA ACTUALES PARA DEM	22
	1. Demanda total	
	2. Producción local	
	3. Importaciones	
	c). ANALISIS DE DEMANDA POTENCIAL	23
	1. Estimación de la demanda total	
	2. Análisis de las importaciones	
	d). CONSIDERACIONES SOBRE EL POTENCIAL REAL DE CONSUMO Y PRODUCTOS COMPETITIVOS	37
	e). PROYECCION DEL CONSUMO A DIEZ AÑOS	45
	1. Alternativas para establecer la proyección más probable.	
	2. Pronósticos de consumo	
	f). DISCUSION DE PRECIOS	58
	1. Precios del maleato de dietilo en México.	
	2. Precios del maleato de dietilo en E.U.A.	
	3. Precios internacionales.	

	Pág.
g).	MERCADEO DEL PRODUCTO 61
	1. Tipo de mercado
	2. Localización geográfica de los consumidores, presentaciones y forma de transporte.
h).	MATERIAS PRIMAS 62
V.	SELECCION DEL PROCESO 69
	a). ASPECTOS GENERALES 69
	b). METODOS DE ELIMINACION DE AGUA 71
	c). CATALIZADORES MAS USUALES 75
	d). DESCRIPCION DE LOS PROCESOS EXISTENTES 77
	e). BASES DE SELECCION 90
	f). DESCRIPCION DETALLADA DEL PROCESO SELECCIONADO 99
VI.	LOCALIZACION DE LA PLANTA 102
	a). FACTORES DETERMINANTES PARA LA LOCALIZACION DE UNA PLANTA 102
	b). LOCALIDADES CONSIDERADAS PARA EL ANALISIS 106
	c). ANALISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES 107
VII.	CALCULO DEL EQUIPO 109
	a). BASES DEL CALCULO 109
	b). BALANCE DE MATERIA 125
	c). CALCULO DE LAS PIEZAS DE EQUIPO PRINCIPALES 127
	d). LISTA DE EQUIPO 189
	e). BALANCE DE ENERGIA 191
	f). DIAGRAMA DE FLUJO 200
VIII.	EVALUACION ECONOMICA 201
	a). ESTIMACION DE LA INVERSION FIJA 201
	b). ESTIMACION DEL CAPITAL DE TRABAJO E INVERSION TOTAL 204
	c). ANALISIS DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO 208
	APENDICE I 215

Consumos D.D.T. en México
Propiedades físicas y químicas de MALATHION
Tablas y gráficas de toxicidades de insecticidas

	Pág.
APENDICE II	224
Clasificación de cultivos y productos agrícolas	
APENDICE III	226
Cultivos y plagas por cultivo	
APENDICE IV	237
Factores elección de un parasiticida	
APENDICE V	240
Tabla importaciones de insecticidas	
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	244

CAPITULO I. INTRODUCCION

En el curso de la historia, dentro de las actividades a que se ha entregado el hombre sabemos de aquéllas que se desarrollan en el campo, como el cultivo de la tierra, que puede considerarse como un verdadero arte y que denominamos Agricultura; ésta, como otras muchas ramas del saber humano ha tenido encerrados muchos secretos que el hombre poco a poco a través de los años le ha sabido arrancar a base de continuo estudio e investigación.

Sabemos que en nuestro país se requieren cada vez, más y mejores productos para la agricultura y en virtud de que ésta es una actividad básica de nuestro pueblo se persigue como objetivo al desarrollar este trabajo determinar y analizar la conveniencia de producir en nuestro país un producto químico que actualmente es de importación y constituye una materia prima de primera importancia en la elaboración de un producto agroquímico, éste es conocido dentro del campo de los insecticidas fosforados y su fabricación en México se iniciará en un futuro próximo; nos referimos al maleato de dietilo para la fabricación de Malathion.

Nos hemos percatado de que el fomento en la agricultura significa producir alimentos cada vez mejores en calidad, así como también alcanzar las más altas metas de producción necesaria para satisfacer la demanda Nacional como las exportaciones de excedentes, ya que esto por añadidura traería consigo elevar el nivel de vida de nuestra

población rural, y por lo tanto, lograr su participación más activa en los procesos económicos y sociales en beneficio de todos los Mexicanos.

La industria de los productos químicos para la agricultura es muy extensa y dentro de esta industria básica los insecticidas abarcan sólo una parte, sin embargo nos damos cuenta que nuestro país asoma apenas a la fabricación de estos productos agroquímicos del grupo de los fosforados (67).

En realidad lo que se persigue mediante la aplicación de insecticidas es procurar la protección contra eventualidades, es decir, proteger la inversión que se realiza en el cultivo, por esto y de acuerdo con la presencia relativa de las plagas, los consumos anuales de insecticidas han venido registrando variaciones, tanto en el aspecto cualitativo como en el cuantitativo. En el primer aspecto se han observado una serie de cambios en los consumos desde hace algunos años y debemos aclarar que, en la actualidad, la mayoría de los insecticidas pueden ser clasificados en tres grandes grupos: CLORADOS, FOSFORADOS Y CARBAMATOS.

Los primeros son los más antiguos y presentan normalmente mayor estabilidad química, conservando su poder tóxico durante cierto tiempo teniendo una marcada tendencia acumulativa. Dentro de este grupo podemos mencionar: D.D.T., Toxafeno, B.H.C. y Endrin.

Los segundos más recientes como Parationes, Malathion, etc. son menos estables por lo que sufren su descomposición con mayor rapidez, no son acumulativos y son de acción insecticida más inmediata; los del último grupo son muy estables como el Sevin, son mucho menos tóxicos para el hombre y los animales de sangre caliente, tienen un índice de tolerancia de residuos mucho más alto que los anteriores y no tienen una

función acumulativa.

Estos cambios en los consumos de que hablamos pueden resumirse diciendo que ha aumentado la demanda de materiales tales como los fosforados y los carbamatos y disminuido la de los clorados.

"EL COLLEGE OF AGRICULTURE" de la Universidad Cornell anunció recientemente (1) que está eliminando el D.D.T., de sus recomendaciones a los agricultores excepto para usos muy específicos; a otros insecticidas los ha descartado también previamente, como por ejemplo: Aldrin, B.H.C., Endrin, Heptacloro y Toxafeno, así como el Dieldrin que fue relegado al tratamiento de semillas exclusivamente.

Conforme vaya existiendo la disponibilidad de substitutos para el D.D.T., más adecuados, las recomendaciones que aún restan para su aplicación irán desapareciendo, aunque en estas últimas el D.D.T. cumple por completo con los niveles de tolerancia establecidos por la Food and Drug Administration. Se debe mencionar que una de las metas de este Colegio, durante 1970 consistió en reemplazar con recomendaciones de substitutos eficientes las anteriores de hidrocarburos clorinados.

Por otro lado, existen opiniones a favor que sostienen que el D.D.T., es relativamente inocuo (en las condiciones de uso recomendadas) para animales de sangre caliente y mata algunas plagas portadoras de enfermedades letales como malaria, fiebre amarilla, fiebre tifoidea y muchas otras.

Existen en Estados Unidos, estados como el de California, en el cual el D.D.T., fue eliminado por normas adoptadas por el Departamento de Agricultura de dicho Estado, esto reducirá el uso del D.D.T., en un 50% de lo que era en 1969 y 10% de lo que era 10 años atrás.

Como podemos ver, aún existen opiniones diversas en ambos sentidos respecto a estos pesticidas y creemos que el criterio que debemos seguir ante estas divergencias en opiniones, es el siguiente; el beneficio que se obtiene al aplicar estos productos es mayor que el riesgo y por lo tanto deben buscarse los medios para minimizar estos riesgos hasta que substitutos compatibles puedan ser obtenidos, y podríamos concretar diciendo que este movimiento está determinado por la eficiencia que al combatir las plagas y enfermedades agrícolas se está obteniendo con los productos de uso más reciente o de acción distinta a la de los clorados.

Sin embargo, en la lucha que se sostiene contra las plagas agrícolas, los técnicos están obligados a elegir y utilizar los mejores productos o mezclas de ellos, desde ese momento no puede existir una completa substitución de productos a menos que la eficiencia del combate, o el costo del mismo sean inadecuados y puedan lesionar los intereses del agricultor.

La fabricación de insecticidas en México se presenta bajo varios aspectos diferentes; por un lado representa una ventaja en pro de la industrialización de México, al englobar inversiones, fuentes de trabajo, etc., por otra parte, la manufactura de insecticidas es un renglón en el consumo de materias primas petroquímicas; ahora bien, en el caso de los clorados, uno de los productos cuyo consumo podría resultar interesante es el cloro, sin embargo, debemos recordar que la fabricación de insecticidas clorados en México consumirá cada vez un menor porcentaje de cloro debido (como se mencionó anteriormente) a que las ventas del producto terminado muestran tendencias decrecientes, pues según informa-

ción obtenida de la ANIQ, sabemos que en 1966 la fabricación de insecticidas significó un 5.7% del mercado de cloro y en 1968 un 4.3% del total por lo que en el futuro no puede mas que seguir disminuyendo. (Datos de consumo de D.D.T. en Apéndice I).

En sí, la decisión de establecer una planta para fabricar insecticidas en México, cualquiera que sea su tipo, lleva aparejada una problemática muy diversa. Es menester enfrentarse a los altos precios de las materias primas, a las dificultades para conseguir maquinaria a precios accesibles, etc., así como considerar muy cuidadosamente el elemento del riesgo, ya que en cualquier momento pueden fluctuar los rendimientos de los productos agrícolas, imposibilitando la recuperación de créditos, o bien puede sobrevenir una súbita reducción en las superficies cosechadas de cultivo, como por ejemplo un ciclón que haga disminuir los consumos de insecticidas o bien puede empezar a desarrollarse rápidamente la resistencia o tolerancia de cierta población de insectos a las sustancias químicas eliminándolas parcial o totalmente del mercado.

Como consecuencia, lógicamente el inversionista se orientará muy difícilmente hacia este sector y en caso de hacerlo deberá buscar la forma de compensar los riesgos con utilidades que valgan la pena para correrlos, o sea muy elevadas, lo cual encarecerá aún más el producto y por tanto limitarle las posibilidades en el mercado.

Después de haber señalado algunos puntos referentes a la situación de clorados y su tendencia decreciente en el mercado internacional, analizaremos un poco más detenidamente los insecticidas de mayor similitud dentro del grupo de los fosforados como son los Parationes y

el Malathion, ya que son los insecticidas próximos a elaborarse en México y de los cuales tomaremos el Malathion como base para el presente estudio.

Desde el punto de vista de fabricación y a nivel de materias primas, el Malathion requiere de dos materias primas de importación principales para su manufactura que son maleato de dietilo, (producto-objeto de este estudio) y P_2S_5 (pentasulfuro de fósforo) que constituye también una materia prima para otros productos de línea que se fabrican en México por la empresa que posee la tecnología para Malathion.

Por otro lado, en relación a los Parationes, para su fabricación sólo contamos con azufre, alcohol metílico o etílico según el caso y monoclorobenceno que representan una mínima parte para la integración de cualquiera de los diferentes procesos conocidos para la fabricación de estos parasiticidas; por lo que para fabricar Parationes en México es necesario importar la mayoría de las materias primas o tener que fabricarlas en México probablemente con más altos costos y por otra parte el hecho incontrovertible de que los Parationes han llegado ya en general a sus niveles máximos de consumo y por tanto la curva de vida de estos productos está entrando posiblemente a su fase descendente con la consecuente disminución que habrá de presentarse periódicamente en la utilización técnica efectiva de los Parationes en los programas de combate de plagas agrícolas.

Desde muchos puntos de vista el Malathion tiene propiedades que lo colocan en un plano ventajoso respecto a los demás insecticidas, siendo uno de los insecticidas más seguros (2); a continuación se anotan algunas de las principales diferencias entre tales insecticidas en com-

paración. Para profundizar un poco más en las propiedades de estos productos, se han desglosado con mayor amplitud en el Apéndice I, se incluye también en el mismo Apéndice una tabla comparativa de toxicidades de los principales Insecticidas, Fungicidas y Herbicidas (3).

	<u>MALATHION</u>	<u>PARATHION</u>
1. Toxicidad LD ₅₀ Oral (2)	1880	- 17
2. Efecto residual	3 días	6 horas
3. Residuos tóxicos en productos comestibles (4) (5)	Ninguno, cosecha el día de la aplicación.	Presentes; cosecha 15 días después de aplicarse.
4. Precio (al agricultor)	En precio	En precio
5. Facilidad de aplicación (6)		
a) Con equipo de tierra	Mayor	- -
b) Con equipo aéreo	Menos expuesto	Peligroso
6. Aplicaciones a Volumen Ultrabajo	Aprobado	No aprobado
7. Equipo portátil bombas de mano (6)	Aprobado	No aprobado
8. Aplicaciones en pastizales para mosca pinta	Aprobado	No aprobado
9. Aplicación sanitaria municipal para combate en moscas y mosquitos	Aprobado	No aprobado

Ver. Refs. Bibl. Nos. 2, 4, 5 y 6.

Después de haber dirigido nuestra mirada durante un momento a estos productos agroquímicos, en un aspecto general, la enfocaremos ahora hacia una materia prima necesaria para producir el Malathion que,-

como señalamos al iniciar este capítulo, se trata de maleato de dietilo, el cual repetimos, es un producto de importación para el que en México - hasta ahora, sus aplicaciones se han circunscrito en pequeña escala a la manufactura de ciertos productos de copolimerización y en menor escala - aún a la de productos aromáticos; puede tener nacimiento ahora otra apli- cación en mucho mayor proporción al elaborarse el Malathion en nuestro - país, ya que el 57% de las materias primas que intervienen en su elabo-- ración corresponden al maleato, por lo que el presente estudio tiene la - intención de demostrar si es conveniente o no y en qué condiciones la - fabricación de maleato de dietilo en México.

El desarrollo del trabajo se ha dividido en dos secciones, - la primera comprende el estudio técnico del proyecto efectuado por Luis- C. Vite Galván y la segunda corresponde al estudio económico por Sergio- Montiel Romero.

CAPITULO II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

México, nuestro país, se encuentra en una etapa de desarrollo agrícola e industrial y dicha evolución requiere de técnicas así - - como de equipos adecuados y modernos para producir.

En lo que a productos Agroquímicos se refiere, los cuales - pertenecen a nuestro ramo, se presenta un amplísimo campo a desarrollar, reduciendo poco a poco la fuerte fuga de divisas a la vez que nuestro -- crecimiento industrial se verá fortalecido día a día, pues actualmente - la política gubernamental en este aspecto, es la de otorgar las máximas - facilidades para fomentar el desarrollo de la agricultura.

El proyecto de que se ocupa el presente estudio resulta - - atractivo técnica y económicamente dentro de ciertas limitaciones que -- serán señaladas en las siguientes conclusiones:

1).- El maleato de dietilo es una de las principales mate- rias primas para fabricar el MALATHION; se trata de un producto químico - que posee una estructura idealmente propicia para una gran variedad de - reacciones y síntesis, lo que permite vislumbrar aplicaciones potencia- - les para obtener otros productos derivados en nuestro país, lo cual re- - querirá desde luego, investigación y desarrollo.

2).- El mercado actual del maleato de dietilo en México es de 8 t. anuales, importado en su mayor parte y con aplicaciones muy es- - pecíficas, sin embargo, existe un mercado potencial atractivo de 800 t.-

anuales para 1985 calculado en base a la absorción del mercado que está logrando el Malathion, por lo que puede afirmarse que mientras se tendrá en el país un mercado monoposonio para el maleato de dietilo; por lo tanto, en vista de que la captación del mercado por el Malathion es lenta, se concluye que la capacidad máxima de la planta debe ser por ahora de 840 t. anuales de maleato de dietilo.

3).- Se analizaron cinco diferentes procesos de fabricación encontrándose que la obtención del producto en cuestión resulta más conveniente por medio de la reacción del anhídrido maléico con alcohol etílico presentando a su vez mayores ventajas técnicas amén de ser el proceso del cual se dispone actualmente de mayor información y de tratarse de un proceso probado ampliamente en esterificaciones similares.

4).- La ubicación de la planta deberá ser en el sitio donde se encuentre la fábrica de Malathion, por lo que se tienen como posibles localidades a las ciudades de Guadalajara y Salamanca principalmente.

5).- Se efectuó una práctica en el laboratorio de la cual se obtuvo la curva de la reacción graficándose el % de acidez vs. el tiempo, esto con objeto de determinar el tiempo de duración del Batch y las características más convenientes para el equipo y el sistema.

6).- El estudio económico se desarrolló considerando el precio actual del maleato de dietilo en el mercado nacional de treinta pesos por kilogramo.

La inversión fija será de \$ 4'238.000.00 y la inversión total de \$ 7'526.000.00.

El costo de ventas real resulta de \$ 17.34 por kilogramo, - por lo que el margen o diferencia respecto al precio actual se tendría - como beneficio fabricando en México esta materia prima que actualmente - es de importación.

El punto de equilibrio del proyecto se localiza en 142 t. - anuales de producción observándose que los costos fijos resultan bajos - debido al planteamiento de que una planta de esta naturaleza como parte - integral de una fábrica de Malathion cuenta con las facilidades y servi - cios que reducen considerablemente la inversión inicial y los costos.

La inversión se recupera en 3.4 años según se muestra en - el análisis del flujo de efectivo descontado al 14%.

7).- En resumen, por las anteriores conclusiones puede de - cirse que este proyecto es factible de realizarse en nuestro país, y se - recomienda efectuarlo solamente como una integración de una fábrica de - Malathion.

CAPITULO III. GENERALIDADES.

a). ANTECEDENTES HISTORICOS.

Como ya hicimos mención, nuestro personaje central alrededor del cual se desarrolla este trabajo es el maleato de dietilo siendo un derivado directo del anhídrido maléico y obteniéndose a partir de éste por una reacción de esterificación con alcohol etílico; los procesos existentes para obtenerlo los describimos con todo detalle en el Capítulo V.

Durante los últimos treinta años, desde que fue posible obtener libremente el anhídrido maléico por oxidación catalítica del benceno, se ha centrado un gran interés en el uso de este anhídrido y sus derivados como pilares en síntesis química y desde entonces ha sido desarrollada una gama sorprendente de aplicaciones para ellos (7); su importancia en la producción de diferentes tipos de resinas alquídicas, de aceites maleinizados, así como de varios copolímeros es muy conocida, un poco menos conocidas son sus valiosas aplicaciones en la manufactura de pigmentos orgánicos, hule, agentes desemulsificantes, aceites aditivos, productos farmacéuticos, insecticidas y otros productos técnicos importantes.

Su estructura es idealmente propicia para propósitos de síntesis, porque si se aplican las condiciones adecuadas, cualquier átomo de la molécula puede ser inducido a reaccionar, además la actividad -

de la ligadura etilénica aumentada por los dos grupos carbonilos adyacentes es tal, que puede tener lugar casi cualquier reacción que es característica de los compuestos orgánicos no saturados.

Desde otro punto de vista, el maleato de dietilo pertenece por su estructura al grupo de los ésteres e independientemente de sus propiedades químicas que le proporciona la ligadura etilénica, también cumple con las reacciones características del grupo R-COO-R' como por ejemplo las reacciones de Interesterificación, etc. (8).

En la actualidad existen alrededor de 400 ésteres de ácidos carboxílicos de composición química definida que se producen comercialmente en la Industria. El maleato de dietilo encuentra además una aplicación en la industria de los sabores, ya que sus propiedades gustativas lo identifican con el sabor de pera.

b). APLICACIONES.

El maleato de dietilo es uno de los tres di-alquil maleatos más importantes como intermediarios en la manufactura de una amplia variedad de productos industriales, siendo los otros dos el maleato de dibutilo y el Di (2-etilhexil) maleato (68) (70).

Existen productos como alcoholes, tioles, aminas, olefinas, terpenos no conjugados, ácido clorhídrico, cloruros de alquilo, así como otro gran número de sustancias que reaccionan en su doble ligadura para producir por ejemplo ésteres del ácido succínico. El bisulfito de sodio se adhiere a la doble ligadura para producir una clase importante de surfactantes industriales como los sulfosuccinatos de alquil sodio, en-

tre los cuales se cuenta con uno de los más poderosos surfactantes conocidos, el Aerosol-OT (R).

Tal vez entre las más grandes aplicaciones industriales - para el maleato de dietilo en la actualidad es como ya dijimos con anterioridad, la manufactura de Malathion insecticida excepcionalmente efectivo y conocido como uno de los derivados agroquímicos del anhídrido maleico de mayor importancia. Por otro lado, el maleato de dietilo imparte una variedad de propiedades a los sistemas poliméricos dependiendo de la selección del co-monómero; con el cloruro de vinilo por ejemplo, el MDE produce copolímeros que poseen una excelente claridad y buena estabilidad; con el acetato de vinilo, resultan copolímeros transparentes y que muestran puntos de ablandamiento elevados, para esto el MDE es copolimerizado con el monómero de vinilo con el fin de producir estos materiales con propiedades especiales.

Aunque los esteres del maleato generalmente son descritos como plastificantes internos, también sirven para promover la coalescencia de las partículas de latex conforme la película seca, además de que el MDE es usado como plastificante para nitrato y acetato de celulosa.

Las propiedades de los copolímeros pueden ser controladas usando uno u otro de estos esteres para dar un rendimiento óptimo en un amplio rango de usos industriales; ya que el ester maleico forma parte de la cadena del polímero, su efecto es permanente sin observarse ningún cambio en las propiedades por evaporación o migración de plastificante.

Entre los campos en que los copolímeros de alquil maleato han encontrado una gran utilidad podemos incluir: recubrimientos superficiales, impregnación para textiles, compuestos para moldeo, aceites --

aditivos, adhesivos y recubrimientos de papel, pues generalmente los --- copolímeros de dietil maleato con otros monómeros, como ya dijimos, muestran mayor estabilidad calorífica, mayor claridad y puntos de ablanda- - miento más elevados.

Si se desea ampliar o profundizar más sobre estos conceptos de polimerización o copolimerización, se incluyen las referencias bibliográficas (9) (10) (11) (12).

c). PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.

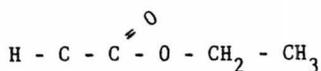
El maleato de dietilo muestra las siguientes propiedades -- físicas y químicas:

Propiedades físicas.- (7) (8) (12) (68) (69)

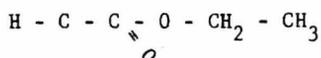
Peso molecular	172.18
Punto de Ebullición	225° c
Punto de Congelación	-11° c
Flash point (c.o.c.)	200° F
Densidad lbs/gal.	8.9
Presión de vapor	20° c .07 mmHg.
Solubilidad en agua	ligeramente
Sp. Gr. 25° c	1.065
APHA Color	25

Propiedades Químicas.- (7) (8)

Estructura Molecular



11



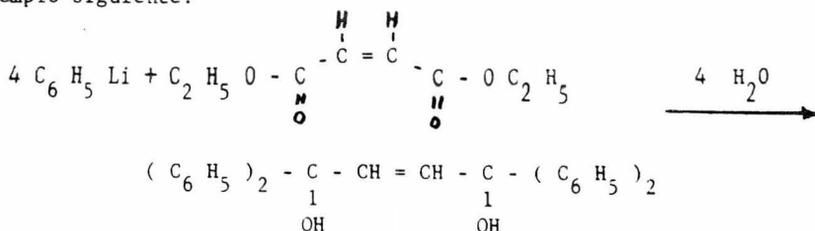
El maleato de dietilo reacciona con los compuestos que - -
 contienen doble ligadura conjugada tal como lo hace el anhídrido maléico
 (Reacción de Diels Alder) por ejemplo: el 1,3 butadieno reacciona con
 el MDE para dar el dietiltetrahydrophthalato.

El maleato de dietilo es un monómero estable que puede ser-
 almacenado por períodos largos a temperatura ambiente sin polimerizarse,
 aunque es preferible para su máxima estabilidad almacenarlo en un sitio-
 fresco y protegido de la luz del sol.

El sitio inicial de ataque está localizado normalmente en -
 cualquiera de los grupos carbonilo o en la doble ligadura c=c que está -
 conjugada con las dobles ligaduras c=O. En algunos casos, ocasionalmen-
 te se presenta la participación de ambos grupos, el carbonilo y olefina.

Reacciones del grupo carbonilo.-

La adición nucleofílica de una variedad de reactivos orga-
 nometálicos al grupo carbonilo se efectúa con el MDE (7) como en el - -
 ejemplo siguiente:

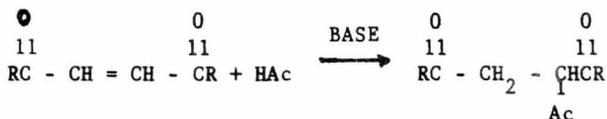


Una adición interesante al grupo carbonilo de óxidos de fósforo disustituídos puede consultarse en la referencia bibliográfica (13), así como las reacciones de los fosfitos de trialquilo con los maleatos en (14).

Reacciones de la doble ligadura.-

Nucleofílicas.

Debido a la capacidad de liberación de electrones del grupo carbonilo en el sistema conjugado de nuestro producto, el carbono Beta de la molécula, es altamente susceptible de ataque por agentes nucleofílicos. Estas reacciones han sido estudiadas extensivamente y usualmente se efectúan en condiciones normales de acuerdo con la siguiente ecuación general.



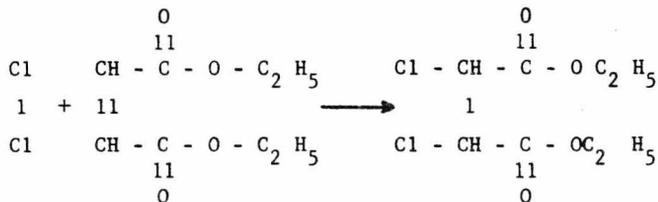
La adición de agentes químicos como alcoholes, amoníaco, aminas, ácidos sulfínicos, thioureas, reactivos de Grignard, reactivos de Michael (Keto ésteres, ésteres malónicos, nitrilos, nitroparafinas) así como cianuros alcalinos, son reacciones características dentro de este grupo (7).

Electrofilicos.-

Varios agentes electrofilicos atacan la doble ligadura de--

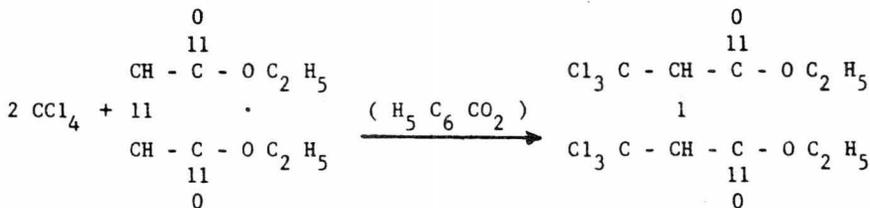
ficiente en electrones del MDE.

Las reacciones de Adición de H₂O, halogenos, haluros de - - hidrógeno, hidrocarburos aromáticos, fenoles y SO₃ son ejemplos típicos (7).



Los alquil ésteres del ácido diclorosuccínico son fungici-- das valiosos, por ejemplo:

El dietil alpha, beta - bis (triclorometil) succinato.



Reacciones de radicales libres.- (8).

En general los maleatos son menos reactivos que los fumaratos en las reacciones de adición por radicales libres. Un estudio cinético de la adición de radicales metílicos a estos ésteres, indica que el estado de transición respecto a los maleatos es menos estabilizado por - resonancia debido a la no coplanaridad de los grupos carboxilo (15).

Una revisión de las reacciones de Diels-Alder para maleatos se encontrará en (28).

Otras reacciones importantes son las de reducción, por medio de las cuales utilizando reducción catalítica heterogénea del maleato se obtiene el succinato respectivo, la reducción homogénea también se ha completado por medios químicos y catalíticos (7).

CAPITULO IV. ESTUDIO DE MERCADO.

a). RESUMEN DEL ESTUDIO.

1.- Actualmente el maleato de dietilo en México tiene una demanda de aprox. 8 t./año, importado en su mayoría, lo que nos indica que es un producto de bajo consumo y aplicaciones muy específicas en la Industria Química Mexicana; por otra parte, se ha encontrado que existe un mercado potencial de aprox. 6.000 t./año del "MDE" para manufactura de insecticidas fosforados, ya que el consumo actual que se substituye por MALATHION es de 11.5 t./año.

2.- Analizando las importaciones de MALATHION se observa que han ascendido desde 34.5 t. en 1959 hasta 250 t. en 1969 representan do esta última el 3% aprox. del mercado actual de insecticidas en Méxi-- co, cifra sumamente pobre en relación con lo que podría ser; en el trans curso del estudio se explican con detalle las razones de esta situación.

3.- Se establecieron matemáticamente los pronósticos de -- consumo dando como resultado una capacidad del 1450 t./año de MALATHION- para 1985 y por lo tanto una capacidad de 800 t./año de maleato de die-- tilo; a ésta sumaremos un 5% aprox. o sea 40 t./ año aprox. para satis-- facer su demanda como plastificante, por lo que se puede concluir lo - - siguiente:

LA CAPACIDAD TOTAL DE PLANTA PARA FABRICACION DE MALEATO DE DIETILO MAS CONVENIENTE SERA DE 840 t. AÑO.

b). ANALISIS DE OFERTA Y DEMANDA ACTUALES PARA DEM.

1.- Demanda total actual.

En nuestro país durante el año 1972 la demanda total de maleato de dietilo fue de 8,000 kg. (29) y se consumió en la industria nacional de acuerdo con el cuadro descriptivo que se muestra a continuación:

INDUSTRIA	CONSUMO / AÑO 1972
Agroquímica	0
Aromas y sabores	(500 kg.) local
Plásticos	(8.000 kg) .. Imp.

2.- Producción local.

Existe actualmente un solo productor de maleato de dietilo en México: Síntesis Industrial, S. A., con una producción de aproximadamente 500 kg. al año, la cual se destina totalmente a la Industria de Aromas y Sabores, especialmente para el sabor de pera que es característico del maleato de dietilo. Ahora bien, esta empresa no se ha propuesto absorber el mercado de importación del maleato debido a que éste no resulta interesante para ellos en virtud de que los consumos actuales son bajos y sus demás productos de línea arrojan mayores utilidades, amén de que la fabricación de maleato de dietilo representa problemas de carácter técnico, pues el proceso requiere de un control estricto, y de momento no cuentan con equipo suficiente para satisfacer una demanda superior.

3.- Importaciones.

Teniendo como fuente de información el Departamento Estadístico de la Secretaría de Industria y Comercio (29), encontramos las siguientes cifras en relación a las importaciones hechas en los últimos 5 años para maleato de dietilo, importándose éste bajo la siguiente fracción arancelaria:

29-15 C-008 Precio Oficial \$ 18.00 K.L. 0.5 + 10%

IMPORTACIONES MALEATO DE DIETILO

<u>PAIS</u>	<u>AÑO</u>	<u>kg.</u>	<u>\$ M. N.</u>	<u>\$/kg. VALOR FACTURA</u>
E.U.A.	1968	4.100	36.836.00	9
E.U.A.	1969	6.418	64.742.00	10.2
E.U.A.	1970	5.935	62.128.00	10.5
E.U.A.	1971	8.360	96.122.00	11.55
E.U.A.	1972	7.474	94.979.00	12.80

Este maleato de dietilo de importación es absorbido en su totalidad por la industria del plástico, utilizándose como plastificante.

c). ANALISIS DE DEMANDA POTENCIAL.

1.- Estimación de la demanda total.

Siendo el MALATHION un insecticida de importación y considerando que poco más del 50% aproximadamente de las materias primas para

su manufactura corresponden a maleato de dietilo, el análisis de demanda potencial que presentamos a continuación estará tomado en base al consumo potencial de MALATHION, teniendo en cuenta que éste será fabricado -- en México. Para lograr tal objetivo estamos considerando que el MALA- - THION es un producto que está siendo conocido y aceptado en el mercado - mexicano de insecticidas, tanto por su gran versatilidad, como por su -- gran eficacia.

Resulta básico para un mejor entendimiento de este estudio contar con un conocimiento general de los principales cultivos mexicanos y sus plagas; incluimos información más amplia en el Apéndice II.

Para dar idea de la gran variedad de plagas que pueden ser atacadas por MALATHION en el Apéndice III se presenta una tabla indicando los principales cultivos y sus respectivas plagas que pudieran localizarse en cualquier parte del mundo.

Para complementar la información se enlistan a continuación los datos respecto a las áreas cultivadas y producciones de los productos más importantes:

<u>CULTIVO</u>	<u>AREA CULTIVABLE HECTAREAS</u>	<u>PRODUCCION ESTIMADA t.</u>
Algodón	750.000	576.000
Maíz	8'020.000	8'780.000
Frijol	1'938.000	925.000
Trigo	859.000	2'240.000
Arroz	187.500	475.000
Papa	49.100	490.000
Cacahuate	88.400	120.000
Cártamo	134.500	185.000
Tomate	52.700	590.000
Chile seco	25.600	26.000
Chile verde	37.800	156.000
Café	285.000	180.000
Caña de azúcar	400.500	24'070.000
Cebada	273.280	290.000
Tabaco	48.900	88.000
Alfalfa	124.800	6'734.000
Sorgo	718.000	1'575.000
Melón	22.150	214.000

La demanda de los insecticidas nace en el campo y es el agricultor quien en todos los casos y en virtud de ser el consumidor final de dichos productos, marca de acuerdo con sus necesidades, los niveles de consumo que se registran. Por lo tanto si consideramos el total de los insecticidas que se usan en el País, podemos concluir que a este nivel los dos factores más importantes como determinantes del consumo -- son los siguientes: Superficie sembrada y Plagas.

Superficie sembrada.

Especialmente de algodnero, pues es generalmente aceptado y demostrado que este cultivo consume aproximadamente el 80% de la cantidad total de insecticidas agrícolas usados en México. La tendencia -- general consiste en que a una mayor superficie sembrada corresponderá un consumo superior, por lo tanto el algodón será el principal cultivo que servirá como base para nuestro estudio de mercado. Otro factor de importancia comparable resulta la presencia relativa de plagas que también muestran correlación directa con las cantidades y tipos de insecticidas que será menester aplicar.

Dentro de este marco general los consumos anuales de insecticidas han venido registrando variaciones, tanto en lo cuantitativo, -- como en lo cualitativo. En el aspecto cuantitativo se nota primeramente que uno de los factores determinantes del consumo es la superficie sembrada, especialmente de algodnero que ha alcanzado hasta la fecha cierto nivel de estabilidad y puede variar probablemente aumentando de acuerdo con los programas de incremento de la producción agrícola. Estas superficies han sido durante los últimos 10 años las siguientes (4):

<u>AÑO</u>	<u>SUPERFICIE SEMBRADA CON ALGODONERO- ha.</u>
1958	1'027.803
1959	751.159
1960	899.122
1961	793.964
1962	788.031
1963	761.771
1964	789.232
1965	808.136
1966	701.289
1967	727.571
1968	750.000
1969	644.250
1970	450.000
1971	550.000

Vemos por lo anterior que nuestro parámetro principal para establecer la demanda potencial consiste en cuantificar el área cultivada en nuestro país por zona y cultivo; para esto se han tomado datos de la información publicada por la Secretaría de Agricultura y Ganadería en su Plan Agrícola Nacional (30), esto se ha completado tomando en consideración los porcentajes de población de plaga (intensidad), así como el porcentaje de área infestada, determinados por Sanidad Vegetal, dependiente de la S.A.G. (31).

También hemos tomado en cuenta el número de aplicaciones de insecticida (32) y (33) que obviamente dependen de las plagas, la zona y el cultivo de que se trate; debemos aclarar que para desarrollar nuestro cálculo de la cantidad de insecticida necesario a utilizar para el combate de las plagas que infestan nuestros principales cultivos, se han considerado solamente el número de aplicaciones que sería indispensable aplicar con MALATHION, sin mencionar las que se requerirían con otros insecticidas para lograr el mismo resultado. asimismo no se ha incluido-

la totalidad de las áreas cultivables en el país, debido a que en ciertas regiones la aplicación de MALATHION no resulta costeable, ya que existen plagas que este producto no controla económicamente, por lo que es conveniente emplear otros parasiticidas.

Se han excluido por ejemplo para Sorgo 350.000 hectáreas -- que comprenden parte de los Estados de Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Coahuila y Guanajuato debido a que en estas zonas prevalece por ejemplo el Gusano Cogollero con el cual el MALATHION no resulta muy eficaz, ver -- tabla 4-1.

Para trigo pueden observarse también en la misma tabla las zonas excluidas, sólo que en este caso para tales plagas sí se aplica el MALATHION y el problema viene a ser la falta de personal que lleve a -- cabo la apertura del mercado a dichas zonas.

Plagas.

Este factor se refiere a la presencia e importancia de las plagas y ha mostrado variaciones de un año a otro, pero sin embargo no puede decirse que las plagas sigan una tendencia definida al aumento o -- disminución, simplemente se presentan con mayor intensidad en algunos -- años y menor en otros de acuerdo con las condiciones ecológicas en que -- se desarrollan, pero sin que esto siga ninguna tendencia.

En consecuencia a lo explicado en estos últimos párrafos el mercado de insecticidas agrícolas, tomado en su conjunto y sobre las bases anteriores, ha llegado pues a un punto en que es difícil que aumente su volumen total, ya que ninguno de los dos factores antes citados que --

tienen influencia decisiva en el consumo muestra tendencia a aumentar -- consistente y permanentemente, salvo los casos en que una plaga determinante se presente o invada una zona anteriormente libre de ella.

Obviamente se tratará de elevar los consumos globales y -- esto se hará a través de la introducción en gran escala de insecticidas en otros cultivos, proceso que ya se ha iniciado. Sin embargo, en cultivos como el maíz, frijol, caña de azúcar, sorgo, etc., se encuentra -- con frecuencia que, o bien los márgenes de utilidad no son suficientes -- como para permitir un gasto adicional del cultivo en la aplicación de -- insecticidas, o bien las plagas no son un factor limitante del mismo y -- por lo tanto su combate no justifica en general el beneficio adicional -- que se obtendría.

Sin embargo, existen muchos casos en que el uso adecuado -- de estos productos sí llega a producir resultados positivos que marcan -- la conveniencia de aplicarlos como es el caso de legumbres, melón, frutales, granos almacenados, etc.

TABLA 4-1

ZONAS EXCLUIDAS DEL ESTUDIO

LOCALIZACION	HECTAREAS	CULTIVO	PLAGAS
Sinaloa	90.000	Sorgo	Gusano Cogolle-ro
Jalisco	65.000		
Michoacán	35.000		Mosca Midge
Coahuila	20.000		
Guanajuato	140.000		
TOTAL:	350.000		
Oaxaca	12.000	Trigo	Pulgonos de la espiga
Hidalgo	11.000		
B. California	81.000		
Michoacán	64.000		
Chihuahua	50.000		
Coahuila	96.000		
Nuevo León	31.000		
Jalisco	20.000		
Edo. de México	12.000		
TOTAL:	377.000		
Nayarit	3.100	Chile verde	Gusano Soldado
Guanajuato	3.500		
Hidalgo	1.800		
Puebla	2.000		Minadores Mi-- zus Pervicae
Guerrero	2.000		
TOTAL:	12.400		
Michoacán	2.000	Cebolla	Trips
Edo. de México	1.300		
Puebla	1.300		Gusanos del sue- lo
TOTAL:	4.600		

Actualmente existe en el mercado internacional una gran variedad de parasiticidas que presentan en su constitución y forma de ac-

TESIS MALEATO DE DIETILO

MATERIA PRIMA - PARA INSECTICIDA - MALATHION

TABLA 4-2

ESTUDIO MERCADO MALATHION

LUGAR	CULTIVO	AREA TOTAL	H E C T A R E A S			AREA TRATADA ESTIMADA	I N S E C T I C I D A				TOTAL tons. MALATHION TECNICO	
			AREA ESTIMADA INFESTADA	NO. DE APLICACIONES	PLAGA		PRODUCTO	% USADO	AREA TRATADA ESTIMADA	DOSIS P. 1/ha		
Mexicali	Algodón	110.000	85%	94.000	12	100%	1'130.000	Gusano Rosado	Gusathion M.	35	430.000	1.5
La Paz		20.000	85%	17.000	6	100%	102.000	Perforador	Toxafeno	25	308.300	
									D. D. T.	20	247.300	
							1'232.000		Sevin	10	123.200	
									Malathion L. V. C.	10	123.200	
									Malathion L. V. C.	(100)	1'232.000	
Hermosillo		40.000	66%	26.400	6	100%	158.000	Bellotero	Tox. D. D. T.	60	190.000	1.5
Caborca		30.000	66%	19.800	8	100%	158.000	Bellotero	Endrin	15	47.500	
									Parathion 900	25	79.500	
							316.000		Malathion L. V. C.	(100)	316.000	
Cd. Obregón		50.000	20%	10.000	3	100%	30.000	Picudo	Parathion M	70	21.000	1.5
									Gusathion	30	9.000	
									Malathion L. V. C.	(100)	30.000	
Navojoa		25.000	40%	10.000	3	100%	30.000	Bellotero	Tox. D. D. T.	60	18.000	1.5
									Parathion M	30	9.000	
									Endrin	10	3.000	
							60.000			(100)	30.000	
Los Mochis		60.000	25%	15.000	3	100%	45.000	Bellotero	Tox. D. D. T.	60	27.000	
									Endrin	10	4.500	
									Parathion 900	30	13.500	
							45.000		Malathion	(100)	45.000	
Apatzingan		35.000	20%	7.000	14	100%	98.000	Picudo	Gusathion	30	29.400	1.5
									Parathion 900	20	19.600	
									Malathion L. V. C.	50	49.000	
							98.000			(100)	98.000	

LUGAR	CULTIVO	AREA TOTAL	AREA ESTIMADA INFESTADA	NO. DE APLICACIONES	AREA TRATADA ESTIMADA	PLAGA	PRODUCTO	% USADO	AREA TRATADA ESTIMADA	DOSIS P. ± 1/ha	TOTAL tons. MALATHION TECNICO	
Tapachula	Algodón	25.000	65%	16.500	12	100%	197.000	Bellotero	Parathion M.	60	118.200	1.5
									Endrin	15	29.500	
									Tox. D. D. T.	25	49.300	
									Malathion L. V. C.	(100)	197.000	
Tampico Mante Matamoros		170.000	65%	110.000	15	100%	1'650.000	Bellotero	Parathion M	60	990.000	1.5
									Endrin	15	248.000	
									Tox. D. D. T.	25	412.000	
									Malathion L. V. C.	(100)	1'650.000	
La Laguna		95.000	75%	71.500	8	100%	573.000	Bellotero Rosado	Parathion + Sevin	60	343.500	1.5
									Gusathion + D. D. T.	40	229.500	
									Malathion L. V. C.	(100)	573.000	
Delicias		65.000	75%	48.700	6	100%	292.000	Bellotero	Parathion M	80	233.600	
									Tox. D. D. T.	20	58.400	
									Malathion	(100)	292.000	
			25%	16.300	6	100%	98.000	Picudo	Parathion M	60	58.800	
									Gusathion	40	39.200	
									Malathion	(100)	98.000	
Otros		25.000	100%	25.000	12	100%	300.000		Malathion	(100)	300.000	1.5

SUMARIO PARA
ALGODON

4'861.000

1.5

9.000 ton.

78.0%

P = 1.23

Lugar	Cultivo	Area Total	H E C T A R E A S		Area Trata- da Estimada	Plaga	I N S E C T I C I D A			Dosis P. l/ha	TOTAL cons. MALATHION TECNICO	
			Area Estima- da Infestada	No. de Aplica- ciones			Producto	% usado	Area Tra- tada Es- timada.			
Matamoros Victoria	Sorgo	295.000	60-177.000	2	80-284.000	Mosca Midge	Malathion	10	28.400	1.00		
							Sevin	20	56.800			
							Toxafeno	20	56.800			
							Endrin	20	56.800			
							Parathion-E (Malathion)	30	85.200			
					284.000							
								284.000 Lt		P = 1.23 1.00	349-ton.	3X
Sonora Sinaloa Guajumote Querétaro	Trigo	433.000	50-216.500	2	80-348.000	Pulgón Espiga	Thimet LCS	12	41.500	.5		
							Malathion 1000	4	13.500			
							Parathion M	84	292.000			
							(Malathion LV)	(100)	(348.000)			
								348.000				
										.5 P = 1.23	215-ton.	1.9X
Jalisco Colima Michoacán Ver. Tamps. Gro. Sonora S.L.P. - N.L.	Arboles Frutales Citricos	70.000	100- 70.000	5	100-140.000	Escamas y Afidos			140.000	.5 P = 1.23	860-ton.	7.5X
							(Malathion)	(100)				
Baja Calif. Laguna - Parras Saltillo	Vid	10.000	100- 10.000	2	100- 20.000	Chicharritas de la Vid			20.000	2 P = 1.23	50-ton.	.4
							(Malathion)	(100)				
Sinaloa	Vegetales y Truck. Crops Tomates	13.000	100- 13.000	2	100- 26.000	Afidos	Parathion	(100)	26.000	.5 P = 1.23	16-ton.	.2
							(Malathion)	(100)				

LUGAR	CULTIVO	AREA TOTAL	H E C T A R E A S			PLAGA	I N S E C T I C I D A			DOSIS P. 1/ha	TOTAL tons.	
			AREA ESTIMA DA INFESTADA	NO. DE APLICA CIONES	AREA TRATA- DA ESTIMADA		PRODUCTO	% USADO	AREA TRA- TADA ES-- TIMADA.		MALATHION	TECNICO
Sinaloa Veracruz Sonora	Chile verde	5.000	100-5.000	2	100-10.000	Afidos	(Malathion)	(100)	10.000	.5 P = 1.23	6.15-ton.	.05%
Jalisco Guanajuato	Cebolla	5.000	100-5.000	2	100-10.000	Thrips	(Malathion)	(100)	10.000	.5 P = 1.23	6.15-ton.	.05%
Michoacán Sinaloa Tamps. Sonora Sinaloa Michoacán	Melón	10.000	100-10.000	2	100-20.000	Afidos	(Malathion)	(100)	20.000	.75 P = 1.23	18.4-ton.	.16%
	Sandia	10.000	100-10.000	2	100-20.000	Afidos	(Malathion)	(100)	20.000	.75 P = 1.23	18.4-ton.	.16%
	Sweet Corn	35.000	100-35.000	1	100-35.000	Cogollero o Gus. Sold.	(Malathion)	(100)	35.000	1.00 P = 1.23	43-ton.	
	Field Corn	400.000	100-400.000	1	100-400.000	Cogollero o Gus. Sold.	(Malathion)	(100)	400.000	1.5 P = 1.23	750-ton.	6.8%
	Otros	50.000	100-50.000	2	100-100.000		(Malathion)	(100)	100.000	1.00 P = 1.23	123-ton. 2455-ton.	1%

GRANOS ALMACENADOS

CULTIVO	x 1.000	DOSIS/TON. GRANOS	MALATHION x Kg (1000)
Trigo	1.250	10	12.5
Maíz	2.061	10	20.0
Sorgo	300	10	3.0
Feed Mills	250	10	2.5
Otros	400	10	4.0
			41.0

41-ton. 11.500 ton.
Año

tuar, considerables variantes Bioquímicas entre ellos, que permiten que en cada caso pueda escogerse el producto o mezcla de productos con condiciones técnicas adecuadas como: Efectividad Biológica, Residualidad, Forma de Acción, Especificidad, Compatibilidad, Toxicología y precios del producto necesario para aplicación por unidad de superficie.

Una explicación más amplia de cada uno de estos factores se incluye en el Apéndice IV.

En conclusión, se presentan datos tabulados para los principales productos agrícolas, haciendo el análisis por región y parásito; ver Tabla 4-2.

Para el combate de tales parásitos se cuenta con las siguientes formulaciones para MALATHION que se aplicarán de acuerdo con las necesidades que cada región del país lo requiera (34).

- A) MALATHION al 4%
- B) MALATHION Standard al 50%
- C) MALATHION Deodorizado al 50%
- D) MALATHION Deodorizado al 96%
- E) MALATHION Técnico al 96%

Se consideró como dosis promedio para fines del estudio la cantidad de 1.5 l/ha. de MALATHION Técnico al 96% en base al cuadro siguiente:

ALGODONERO	DOSIS l/ha.
Picudo	0.750 - 1.00
Gusano bellotero	1.500 - 2.00
Gusano de la Yema del Tabaco	1.500 - 2.00
Gusano Medidor	0.750 - 1.00
Cainche Lygus	0.750 - 1.00

SORGO	DOSIS 1/ha.
Mosca Midge	0.660 - 1.00
Pastizales, Potreros, Praderas, Langostas, Chapulines, Saltamontes	0.750
MAIZ	
Gusano de la raíz	0.500
SALUD PUBLICA	0.250 - 0.500
Mosquitos adultos	
Moscas adultas	

Concluyendo, vemos que el algodón consumiría el 78.0% del total de insecticidas para nuestros principales cultivos, siendo el producto de mayor importancia para nuestro estudio; el 19.2% lo cubrirían los frutales, maíz, sorgo, trigo, esto nos da un subtotal de 97.7%, el 2.3% restante distribuido entre vid, vegetales, chile, cebolla y granos almacenados, por lo tanto podemos considerar un mercado potencial total en 11.500 toneladas de MALATHION Técnico al año.

2.- Análisis de las Importaciones.

En virtud de que hemos tomado al MALATHION como base para el Estudio de Mercado del maleato de dietilo, haremos una revisión de las importaciones que se han registrado desde 1958 con el fin de estar en posibilidad de pronosticar el consumo de este producto en el futuro al elaborarse el MALATHION en México.

Para esto tabularemos los consumos de MALATHION en base a las importaciones en toneladas, lo que nos servirá para establecer nuestra proyección a 5 o 10 años adelante.

<u>AÑO</u>	<u>TONELADAS</u>
1958	43.5
1959	25.4
1960	62.9
1961	81.5
1962	68.9
1963	28.0
1964	96.8
1965	115.4
1966	211.9
1967	218.6
1968	311.4
1969	183.0
1970	210.0
1971	870.0
1972	800.0
1973	337.0

Si se desea, para obtener una información más detallada de los demás insecticidas importados véase la tabla de importaciones de todos ellos en el Apéndice V.

La oferta de insecticidas técnicos (o sea de alta concentración) en México puede representarse mediante el esquema siguiente:



Tanto productores nacionales como importadores abastecen a los formuladores ya que los insecticidas en grado técnico provienen de la fabricación nacional y del extranjero. Se dispone actualmente de 62 plantas de mezclas. Ni los fabricantes nacionales ni los importadores pueden surtir, más que en contados casos, directamente al agricultor - pues manejan material técnico en tanto que el agricultor requiere de productos formulados.

Las importaciones representan bastante más de la mitad del consumo total de materiales técnicos. Esto se debe al hecho de que los insecticidas de fabricación nacional son más caros que en el extranjero, así como a que los de importación por ser más nuevos o por tener mejores relaciones costo/comportamiento tienen mayor demanda.

d). CONSIDERACIONES SOBRE EL POTENCIAL REAL DE CONSUMO Y PRODUCTOS COMPETITIVOS.

Un gran problema para el desarrollo de la Agricultura en México consiste en la falta de productos Parasiticidas elaborados en grado técnico, además de las restricciones que ha adoptado la Secretaría de Industria y Comercio para la importación de materiales químicos de uso parasiticida en los últimos tres años; por lo que la fabricación de MALATHION en México dada su efectividad, fácil aplicación y contando con el respaldo de una tecnología reconocida mundialmente, lograría contribuir a solucionar satisfactoriamente diversos problemas de control de plagas y/o enfermedades agrícolas con mayores ventajas para el agricultor con el fin de lograr la mayor eficiencia al menor costo.

Sin embargo creemos que al considerar la situación actual -

del país, estimamos necesario analizar algunos aspectos específicos que se confrontan y que se pueden resolver con la fabricación de MALATHION - en México y que pueden ser resumidos en la siguiente forma:

1). Problemas de Resistencia

2). Problemas de Residuos

1). Problemas de Resistencia (4).

El elemento de resistencia fue definido por la F.A.O. (Food & Agricultural Organization) como la respuesta de una población animal.. a un insecticida como resultado de su aplicación, o en otros términos, - la resistencia es la capacidad desarrollada por una población determinada de insectos para no ser afectada por la aplicación de insecticidas y para el hombre de campo significa que las plagas usuales y ácaros ya no pueden ser destruidos con los mismos métodos y materiales empleados antes con resultados satisfactorios.

De unos años a esta parte se ha venido demostrando que cada vez más poblaciones de insectos han desarrollado resistencia o tolerancia a la acción de insecticidas en general; entre los cuales destacan el D.D.T., Toxafeno, Endrin y BHC, siendo más reciente el desarrollo de - - estos problemas con los fosforados y carbamatos, de los cuales los más - conocidos son los Parationes y el Sevin. En efecto, en base a los reportes del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos "Annual - - Conference Report on cotton insect research & control", conocido en México como "Reporte de Memphis", el número de casos denunciados de especies que han mostrado marcada resistencia ha venido presentando la si -

guiente evolución:

<u>AÑO</u>	<u>D.D.T.</u>	<u>ENDRIN</u>	<u>PARATION METILICO</u>	<u>SEVIN</u>
1960	14	0	1	-
1962	17	6	3	-
1964	18	7	4	-
1966	25	10	8	-
1968	29*	12**	14***	4****

* Incluye 7 especies diferentes de plagas.

** Incluye 5 especies diferentes de plagas.

*** Incluye básicamente especies de ácaros.

**** Incluye 2 especies

El cuadro anterior demuestra que el número de casos de resistencia al D.D.T., por ejemplo, supera por un margen mayor a las del Paration Metílico, o sea que el segundo comienza a presentar problemas de resistencia, mismos que se desarrollan por otra parte con más lentitud que para el D.D.T. (un indicio claro del aumento de resistencia o tolerancia de una plaga a un insecticida determinado es el aumento en las concentraciones de material técnico) cosa que con MALATHION no sucede hasta la fecha. Obviamente al agricultor le interesa dirigirse al producto más efectivo en su relación costo/comportamiento (con la fabricación de MALATHION en México esta relación resultaría satisfactoria para el agricultor), al aumentar la resistencia o tolerancia se disminuye la eficiencia a una dosis dada, lo cual explica en parte, el desplazamiento de varios insecticidas a través del tiempo y la necesidad de contar siempre con nuevos materiales que aseguren la posibilidad de lo-

grar el más económico y efectivo combate de las plagas. Ver tabla de plagas resistentes en Apéndice VI.

2). Problemas de residuos (4).

El uso continuo de productos químicos parasiticidas para el combate de plagas y enfermedades agrícolas ha traído como consecuencia (especialmente al usarse los materiales sintéticos modernos de alta resistencia) la creación de nuevos problemas técnicos representados básicamente por la presencia o acumulación de residuos de tales materiales en las hojas, frutas, semillas, tallos y raíces de las plantas tratadas que pueden ser tóxicos para los consumidores, ya sean humanos o animales.

Por ejemplo y considerando este aspecto en términos generales, puede decirse que los materiales clorados presentan una mayor estabilidad química que los fosforados y por lo tanto, son detectables en los productos tratados durante mayor tiempo después de su aplicación, porque se descomponen y eliminan más lentamente que los derivados del fósforo que lo hacen más rápidamente.

Otra complicación que se origina con el uso de los insecticidas residuales más estables químicamente consiste en que, para evitar que el consumidor de productos agrícolas ingiera insecticidas, estos productos deben dejar de ser aplicados bastante tiempo antes de la cosecha, debido a que su misma estabilidad les permite permanecer más tiempo sobre o dentro de los productos agrícolas. A este respecto y con el objeto de evitar al máximo la posibilidad de intoxicaciones por residuos

existen disposiciones legales de las autoridades correspondientes que --
marcan el lapso que debe transcurrir entre la última aplicación y la --
cosecha para cada producto específico y aún se llega a determinar el --
número de aplicaciones permisibles de cada parasiticida en un cultivo --
determinado o el uso general que debe darse a los productos tratados.

Los períodos o lapsos a que se hace referencia antes son, --
por ejemplo, más largos para insecticidas clorados que los aceptados en --
general para los fosforados o carbamatos, quedando los cultivos en el --
primer caso sin protección en las épocas cercanas a la madurez.

Sin embargo, es muy importante señalar que a la fecha se --
cuenta con productos como MALATHION que permiten la posibilidad de cose-
char productos agrícolas un día o unas horas después de que se ha hecho
la última aplicación del producto; lo cual representa muchos beneficios--
de carácter económico y de salud, tanto para el productor agrícola como--
para el trabajador del campo y para el mismo consumidor.

Por otra parte, con el fin de prevenir la ingestión de in--
secticidas por los consumidores de productos agrícolas, los gobiernos --
también se han visto precisados a legislar fijando los niveles tolera- --
bles de residuos y así encontramos que los insecticidas de tipo acumula- --
tivo, como los clorados, están sujetos a severas restricciones. Tales --
limitaciones son establecidas en México por las Secretarías de Agricul- --
tura y Ganadería y Salubridad y Asistencia y en los Estados Unidos por --
ejemplo, por la Food & Drug Administration y el United States Department
of Agriculture.

Esto viene a ser otra explicación del por qué de la dismi- --
nución en el consumo de ciertos insecticidas y en el aumento de produc- --

tos de más reciente desarrollo, como MALATHION que permite una mayor seguridad de uso.

Otro punto que reviste interés es el de las "curvas de vida" de algunos de los insecticidas que se producen en México. Los consumos en nuestro país guardan una tendencia similar a la registrada en Estados Unidos, debido primordialmente al intercambio de experiencias, así como a la observancia de parte de nuestros agricultores de las recomendaciones establecidas para Estados Unidos, en especial a través del Reporte de Memphis (ya mencionado anteriormente); algunos ejemplos de estimación de las "curvas de vida" aproximados son los siguientes:

D.D.T. Su evolución en los Estados Unidos (35) en (4)

<u>FECHAS</u>	<u>HECHOS</u>	<u>INTERPRETACION</u>
1945-46	Introducción	Se inicia la curva.
1954	Existían 13 fabricantes	Fase ascendente.
1956-66	Incremento en la demanda igual o menos del 0.1% anual en promedio	Curva casi horizontal y vértice (1962) en este período.
1967	Baja de precios cercanos al mínimo registrado (0.16 US/lb c/u)	Fase descendente.
1967-71	Sólo quedan 5 productores	Curva francamente descendente.
1967-71	Se prevé disminución del consumo de 6.3% al año	Curva francamente descendente.

B.H.C. Su evolución en Estados Unidos (35) en (4)

<u>FECHAS</u>	<u>HECHOS</u>	<u>INTERPRETACION</u>
1947-48	Introducción	Se inicia la curva.
1948-52	Consumos máximos	Vértice de la curva.
1951	Existían 16 fabricantes	
1957-67	Disminuciones en el consumo de 12.1% anual en promedio	
1968	Baja de precios cercanos al mínimo registrado (0.56 c.US/Unidad Gamma)	Curva en descenso.
1968	Sólo quedan dos productores	
1968-72	Se prevé disminución en los consumos de 25% - -- anual.	Fin de la curva.

Puede hacerse la misma observación para B.H.C. que se hizo para el D.D.T., siendo las curvas de estos productos similares por las mismas causas.

En los dos casos, así como en la de todos los insecticidas que se fabrican en este momento en México, las situaciones son similares; los vértices de las curvas ya están bastante atrás, los precios ya ejercen influencia sobre los márgenes de utilidad y las tendencias son firmemente descendentes.

Es de observarse que la fabricación del D.D.T. se inició en México en 1959 (Montrose), la del B.H.C., a fines de 1961 (Diamond), o sea cerca del límite de las respectivas curvas; por lo tanto, la fabricación nacional de estos productos se inició sobre planteamientos - -

defectuosos del mercado, ya que lo único que les quedaba por delante a los fabricantes nacionales era la fase descendente de las curvas de vida de sus productos.

En consecuencia, las disminuciones en los consumos de estos insecticidas de fabricación nacional no se deben simplemente a la competencia que les hacen los importados, sino a una tendencia normal y factible de haber sido prevista.

Una planta que deba producir a un precio lo bastante bajo como para que el producto se venda debe instalarse antes del vértice de la curva de vida del producto para que en esta forma, al situarse en la fase ascendente y aún cerca del vértice, el tiempo de vida que le quede al producto sea el suficiente para establecer políticas de depreciación-acelerada de activos fijos, precios competitivos según las elasticidades de los mercados, etc.

Debemos señalar que uno de los insecticidas que más se venden en México es probablemente Paration Metílico. Sin embargo hay motivos para pensar que tal producto se encuentra a la fecha bastante cercano (probablemente ya ha llegado) a su nivel de consumo máximo, cosa que para el fabricante local implica el riesgo de que su evaluación futura sea similar a la que hoy muestran el D.D.T., y demás clorados; costos iniciales elevados, disminución constante de las ventas año con año, precios no competitivos y en resumen, mal negocio, además de los perjuicios que debido al inevitable precio superior se ocasionarían a la agricultura.

e). PROYECCION DEL CONSUMO A DIEZ AÑOS.

Tomando los datos históricos de las importaciones de MALATHION anotados en el inciso c), podemos observar la tendencia que ha seguido el consumo de este producto en nuestro país en los últimos 10 años. Los datos se grafican en la Fig. 4-1.

Con el objeto de obtener una gráfica más uniforme se emplearán los promedios de cada dos años; datos son graficados en la figura 4-2.

CONSUMO REAL DE MALATHION Ton. AÑO

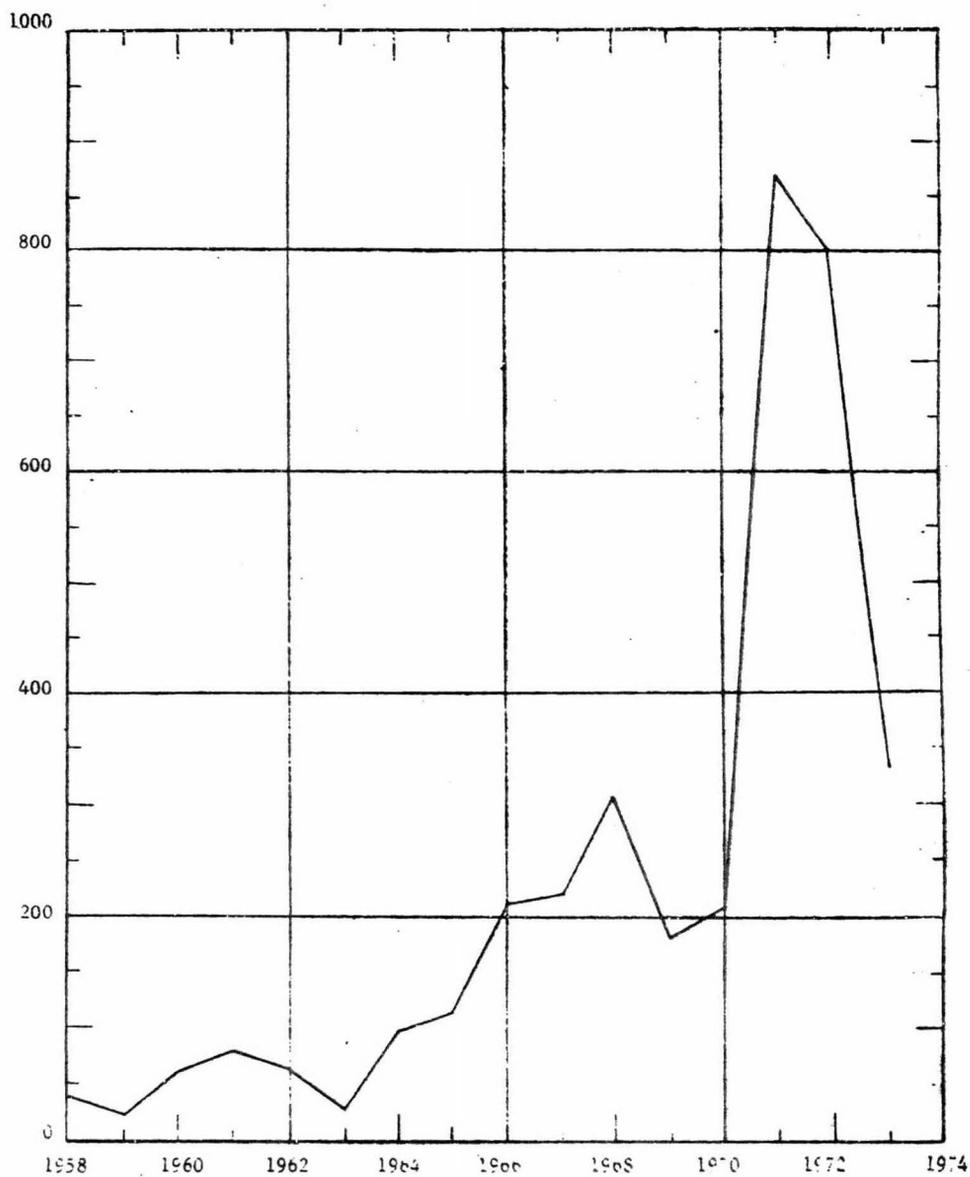


FIGURA IV-1

CONSUMO REAL DE MALATHION Ton/Año (Promedios)

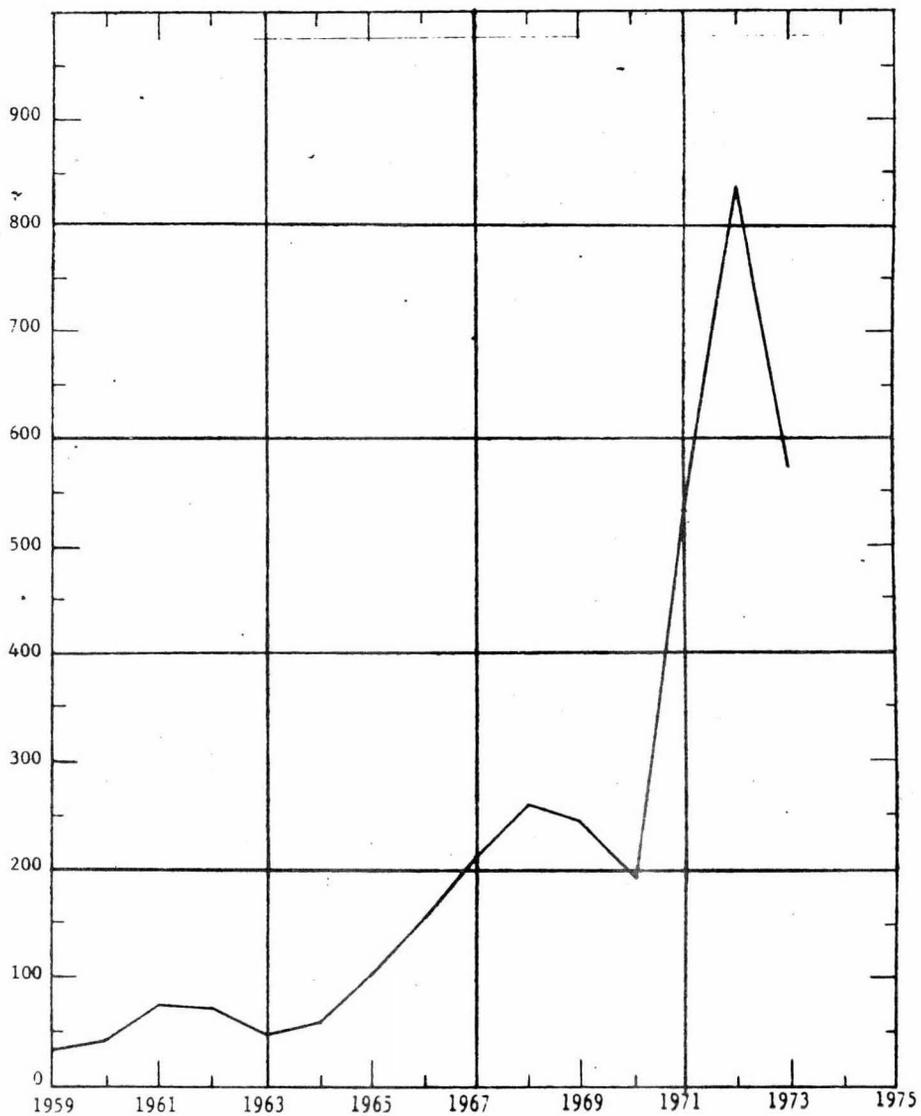


FIGURA IV-2

TABLA 4-3

IMPORTACIONES PROMEDIO REGISTRADAS

(Tons.)

AÑOS	CONSUMO
1959	34.5
1960	44.2
1961	77.2
1962	75.1
1963	48.5
1964	62.3
1965	106.0
1966	160.4
1967	215.3
1968	265.0
1969	249.2
1970	196.5
1971	540.0
1972	835.0
1973	568.5

Podemos observar que durante los primeros años las importaciones de este producto fueron muy variables, esto se debe a la política de precios para su venta que se siguió, pues inicialmente el precio con el cual se fue introduciendo en el mercado era más elevado en un alto porcentaje que el de los demás insecticidas.

Hasta hace algunos años atrás se cambió por completo esta política de ventas ofreciendo el MALATHION a precios competitivos y en virtud de este cambio la tendencia ascendente de su penetración en el mercado ha sido más pronunciada y uniforme. Ahora bien, para fines de nuestro estudio, estableceremos un pronóstico de consumos para los años venideros. Para esto es necesario tomar en consideración algunas alter-

nativas las cuales están en función de la situación de cada uno de los posibles fabricantes nacionales.

1. Alternativas para establecer la proyección más probable:

PRIMERA ALTERNATIVA:

Considérese que la empresa poseedora de la tecnología lo -- fabricará en México cerrando la frontera para evitar la introducción al país de otros productos cuyas aplicaciones sean similares. En este caso, se observaría un cambio radical en la demanda, lográndose de esta -- manera la substitución más o menos repentina de muchos otros de los productos importados, entre los que se encuentran principalmente los parationes, cuyos consumos oscilan actualmente entre 5 y 6 mil toneladas al año, esto significa que en un corto período, el nuevo producto de fabricación nacional podría alcanzar dichos niveles de consumo actual de los parationes.

Puede considerarse esta alternativa como poco probable, pues to que existen otras empresas que han obtenido permiso petroquímico para elaborar insecticidas fosforados en México.

SEGUNDA ALTERNATIVA:

Existen empresas que han obtenido permiso para elaborar insecticidas fosforados como el concedido a la Compañía Química Potosí que fue publicado en el Diario Oficial el 6 de noviembre de 1968; dicha empresa podrá elaborar productos como p-nitrofenolato de sodio, Paration Metilico, MALATHION, Demetox y otros productos mono y ditiofosfatados en los que

intervienen materias primas petroquímicas. La planta tendrá capacidad para producir anualmente 4.500 toneladas métricas de p-nitrofenolato de sodio, hasta 6.000 toneladas de Paration Metílico y hasta 3.500 toneladas de MALATHION. El permiso otorgado a esta empresa no fue aprovechado, lo cual significa que Química Potosí, tomó la decisión de no ir adelante con el proyecto.

El otro permiso fue concedido a la empresa Guanos y Fertilizantes, S. A. que inició su producción en 1972 y tiene una capacidad de 6.000 Tons. de Paration Metílico y 3.500 Tons. de MALATHION. Tomando en consideración esto último, podemos descartar la primera alternativa y nos ubicaremos en la segunda, dentro de la cual nuestro producto seguiría la tendencia ascendente de hasta ahora, compitiendo con los demás productos y absorbiendo mercado en función de las ventajas que representa su utilización en un gran número de casos.

Recordemos que el presente estudio pretende determinar la conveniencia de fabricar en el país el M.D.E., ya que es una de las principales materias primas para el MALATHION, en virtud de esto estamos basando el estudio de mercado en la demanda potencial de MALATHION; ahora bien, el análisis de las dos alternativas anteriores nos indica cómo variaría la demanda en uno u otro casos; esto es lo que debemos prever para establecer una proyección lo más realista posible de los consumos que se tendrían en los próximos años.

Para esto, por otro lado debemos considerar que el M.D.E., es actualmente un producto de importación y que su manufactura en el país estaría enfocada al menos en un principio a suministrar a los elaboradores de MALATHION, sea la empresa que fuere, dicha substancia para

fabricarlo.

De esto trataremos más extensamente en el Capítulo VI.

2. Pronósticos de Consumo.

Con el fin de establecer nuestro pronóstico de consumo, --- según lo concluido en el inciso anterior, emplearemos el método de los - mínimos cuadrados.

Basaremos nuestro cálculo en los datos contenidos en la - - Tabla 4-3 de importaciones reales.

Ecuaciones:

$$(4 - 1) \quad y = a + b x$$

$$(4 - 2) \quad y = a x^b$$

$$(4 - 3) \quad E y = N a + b E x$$

$$(4 - 4) \quad E x y = a E x + b E x^2$$

$$(4 - 5) \quad S = E (y - a - b x^2)$$

TABLA 4-4.

VALORES EXTRAPOLACION LINEAL

(Tons.)

No.	AÑO	OBSERVADO			CALCULADO	
		Yi	Xi	Xi	bi	Yi
			A = 9	B = 7		
1	1959	34.50	- 4	- -	28.12	16.16
2	1960	44.20	- 3	- -	34.27	48.87
3	1961	77.20	- 2	- -	34.90	81.58
4	1962	75.10	- 1	- -	71.90	114.29
5	1963	48.50	- -	- 3	- -	- -
6	1964	62.30	- -	- 2	- -	- -
7	1965	106.00	0	- 1	- -	147.00
8	1966	160.40	1	0	13.40	179.71
9	1967	215.30	2	1	34.15	212.42
10	1968	265.00	3	2	39.33	245.13
11	1969	249.50	4	3	25.50	277.84
E	A	1.226.90	0	0	196.27	1.323.00
	B	1.106.70				

Los valores de a y b fueron obtenidos aplicando (4 - 1), -- así como (4 - 3) y (4 - 4). Resultando a= 147.00 y b= 32.71.

Los valores de Yi calculada los obtuvimos de acuerdo con el

modelo: $Y = 147.00 + 32.71 X$ y se grafican en la figura 4-3.

Nuestro pronóstico quedará de acuerdo con los datos tabulados a continuación; tabla 4-5, ver fig. 4-3.

TABLA 4-5.

PRONOSTICO DE CONSUMO POR EXTRA-
POLACION LINEAL (Tons.)

AÑO	CONSUMO
1965	147.00
1970	311.00
1975	474.00
1980	638.00
1985	801.00

Aplicando ahora la Ecuación Exponencial $Y = b_0 x^b$ trataremos de obtener otro modelo matemático que nos permita establecer una segunda proyección y poder estar en posibilidad de seleccionar la que pueda representar una situación futura más realista, ya que según se plantea el panorama para los insecticidas fosforados en los próximos años, los consumos pronosticados en la Tabla 4-5 se antojan inferiores a lo que seguramente serán al estar operando la Planta de Montrose - Guanos y Fertilizantes, es decir la penetración en el mercado deberá ser en mayor proporción a la calculada en este primer pronóstico lineal.

Ecuaciones: (4 - 2) $Y = a x^b$

(4 - 6) $\log Y = \log a + b \log x$

(4 - 7) $\log a = \log Y - b \log x$

(4 - 8) $E \log Y = N \log a - b E \log x$

PROYECCION LINEAL DEL CONSUMO (Tons.)

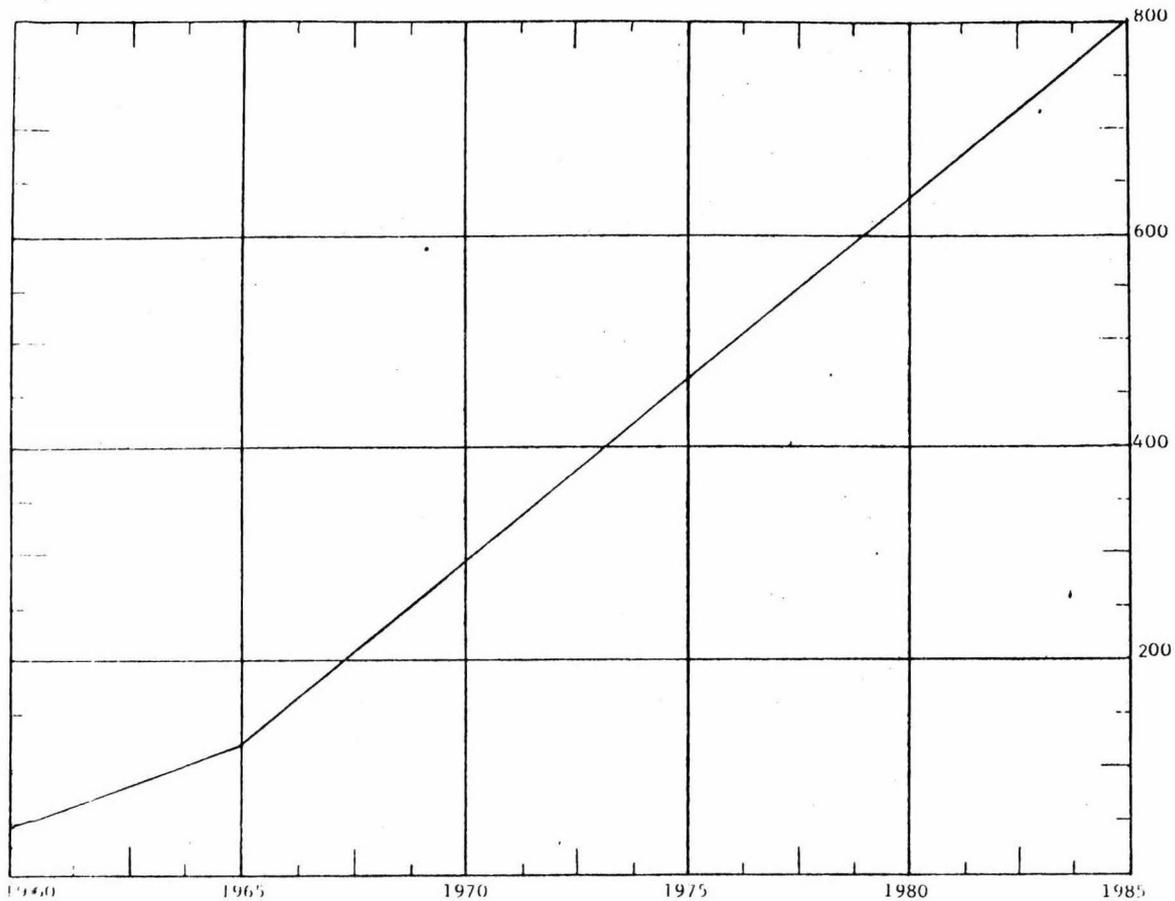


FIGURA IV-3

TABLA 4-6.

VALORES PROYECCION EXPONENCIAL

N.	AÑO	Yiobs	logYiobs	Xi	logXi	bi
1	1959	34.50	1.5378	-4	-0.6021	.828
2	1960	44.20	1.6454	-3	-0.4771	.820
3	1961	77.20	1.8876	-2	-0.3010	.495
4	1962	75.10	1.8756	-1	0.0000	- -
5	1965	106.00	2.0253	0	0.0000	- -
6	1966	160.40	2.2052	1	0.0000	- -
7	1967	215.30	2.3330	2	0.3010	.984
8	1968	265.00	2.4232	3	0.4771	.810
9	1969	249.20	2.3966	4	0.6021	.598
E			18.3297	0	0.0000	.861

Aplicando (4 - 8) obtenemos el siguiente valor $\log a = 2.0366$. Por otro lado $b = 0.861$ resulta promediando las cifras calculadas con (4 - 7).

Los valores de Y_i calc. los obtenemos según nuestro modelo-exponencial $\log Y = 2.0366 + 0.861 \log x$ (Fig. 4-4).

Finalmente podemos establecer otra proyección de donde resulta el siguiente pronóstico de consumo; Tabla 4 - 7, ver Fig. 4-5.

VALORES DE Y1 CALCULADA

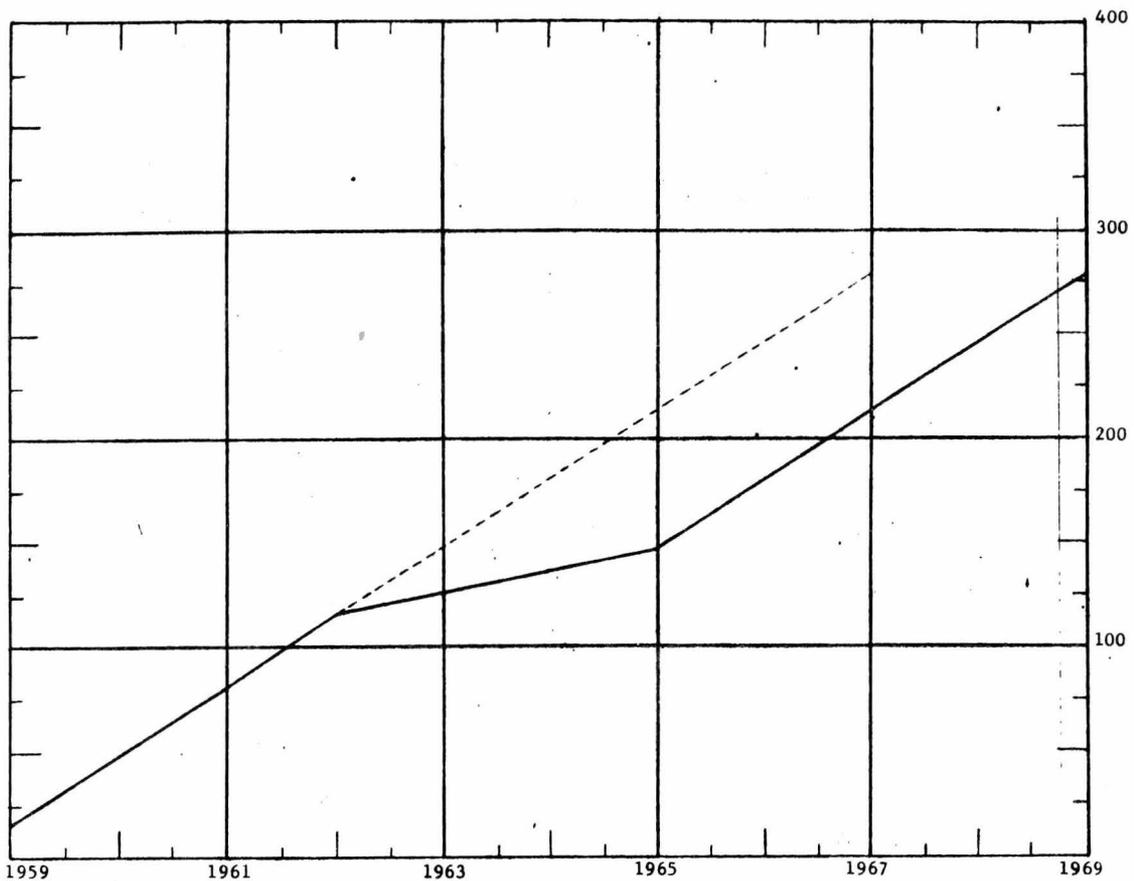


FIGURA IV-4

PROYECCION EXPONENCIAL DEL CONSUMO (Tons.)

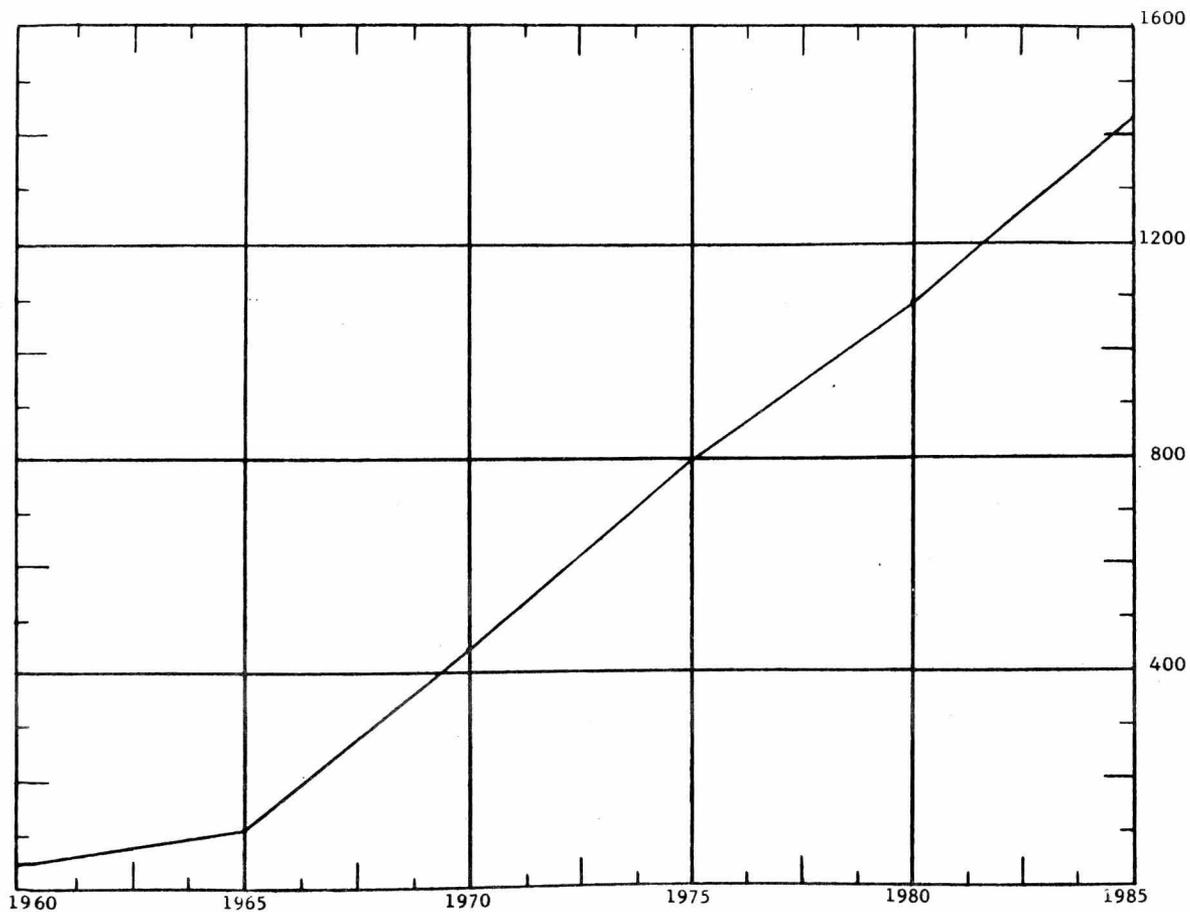


FIGURA IV-5

TABLA 4-7.

PRONOSTICO DE CONSUMO POR
EXTRAPOLACION EXPONENCIAL

<u>AÑO</u>	<u>CONSUMO</u>
1965	110
1970	450
1975	800
1980	1.100
1985	1.450

f). DISCUSION DE PRECIOS.

En esta discusión nos referimos exclusivamente a precios --
de maleato de dietilo en las circunstancias siguientes:

1. Precio de maleato de dietilo en México:

El precio a que se cotiza en este momento el maleato de - -
dietilo, de fabricación nacional es de \$ 30.00/Kg., precio que aparente-
mente es muy elevado, pero que de acuerdo a su baja producción anual - -
(500 Kg./año) y al uso muy específico que se le ha dado en México (In-
dustria de Aromas y Sabores) y tomando en cuenta, como veremos en los -
párrafos siguientes, que los aranceles para este maleato son muy eleva--
dos, consideramos que este precio es adecuado, repetimos para esta pro--
ducción y aplicación.

2. Precio de maleato de dietilo en Estados Unidos:

Los precios obtenidos con una firma productora de maleato - de dietilo en los Estados Unidos son los siguientes:

CARRO PIPA	37.0 ¢/Lb.	U.S. Cy.	10.20 \$/Kg.	M. N.
TAMBORES C.E.	42.5 ¢/Lb.	U.S. Cy.	11.70 \$/Kg.	M. N.
TAMBORES M.C.E.	44.0 ¢/Lb.	U.S. Cy.	12.10 \$/Kg.	M. N.

Todos estos precios se entienden F.O.B. Planta situada en este caso en Warner's, New Jersey, E.U.A., como podemos observar existe una gran diferencia en precio entre el maleato de fabricación nacional y el fabricado en E.U.A., o sea 3 veces aproximadamente más caro.

3. Precios Internacionales:

Entenderemos por precio internacional lo siguiente:

CARRO PIPA	10.20 \$/Kg.	M.N.	0.50 \$/Kg.	M.N.	\$10.70/Kg.
TAMBORES C.E.	11.70 \$/Kg.	M.N.	0.75 \$/Kg.	M.N.	\$12.45/Kg.
TAMBORES M.C.E.	12.10 \$/Kg.	M.N.	1.00 \$/Kg.	M.N.	\$13.10/Kg.

PRECIO INTERNACIONAL MINIMO:

Entenderemos como precio internacional mínimo lo siguiente:

Precio Internacional

Impuestos importación

Gastos aduanales

Fletes nacionales

CALCULO IMPUESTOS:

Fracción Arancelaria	29.15.c.008
Precio oficial	\$ 18.00
Cuota específica	0.50 Kl.
Ad Valorem	10%
Ingresos Merc.	3 %

Los impuestos se calcularían en base al precio oficial, o sea para cada kilo legal tendríamos:

\$ 0.50
\$ 1.80
<hr/>
\$ 2.30
\$ 0.07
<hr/>
\$ 2.37/KL.

Considerando embarques del orden de 20 Tons., tendremos - -
(36) \$ 1.000.00 aprox. como cuota para el agente aduanal, lo cual significaría aumentar 5 ¢ centavos por KL., es decir, el precio internacional mínimo sería:

CARRO PIPA	\$ 10.70 + 2.37 + 0.05 + 0.30 = \$ 13.42/Kg.
TAMBORES C.E.	\$ 12.45 + 2.37 + 0.05 + 0.29 = \$ 15.16/Kg.
TAMBORES M.C.E.	\$ 13.10 + 2.37 + 0.05 + 0.29 = \$ 15.81/Kg.

PRECIO INTERNACIONAL MAXIMO:

El precio tope de la S.I.C. es 90% máximo sobre el precio internacional.

Tomando lo anterior como base, se ajusta el precio de tal manera que resulte rentable la fabricación del producto.

g). MERCADEO DEL PRODUCTO.

1. Tipo de Mercado:

Resulta sencillo el tipo de mercado para el maleato de dietilo, pues se trata de un mercado "monopsonio" o sea que será producido para un solo cliente, el que fabrique MALATHION en México, ya sea una empresa privada o descentralizada; sin embargo, podemos pensar que en un futuro las aplicaciones potenciales del maleato de dietilo en México no serán exclusivamente para la fabricación de MALATHION, sino que podrán encontrarse nuevos mercados, por ejemplo en la Industria de los Plásticos, como mencionamos en el Capítulo III.

2. Localización geográfica de los consumidores, presentación y forma de transporte:

Para este producto se plantean dos alternativas:

- a). Que el consumidor se encuentre localizado en la misma planta donde se fabrique el maleato de dietilo.
- b). Que el consumidor se localice independientemente de dicha planta.

En el primer caso y tal como lo hemos venido planteando en este estudio, se trata de una integración vertical y obviamente no existiría forma de presentación siendo transportado el maleato por bombeo a

través de tubería hasta la planta de fabricación de MALATHION.

En el segundo caso se buscaría localizar la planta de ma-
leato lo más cercana posible a la planta que fabrique MALATHION con el
objeto de reducir el costo de fletes, si así fuera, la presentación po-
dría ser en dos formas: granel (carro pipa, carro tanque) y tambores-
de 208 litros (475 libras) de acero.

h). MATERIAS PRIMAS.

En la tabla 4-8 se resumen los datos de compra de las mate-
rias primas necesarias para el proceso, y a continuación se anotan las
propiedades principales de cada una, así como sus especificaciones.

ANHIDRIDO MALEICO (9) (48)

Peso molecular:	98.06.
Descripción:	Sólido cristalino incoloro, tóxico, soluble en: - benceno, tolueno, oxileno, tetracloruro de carbo- no, cloroformo, acetato de etilo.
Especificaciones:	Punto de ebullición 199.9°c Punto de congelación 52.8°c Gravedad específica 1.48
Identificación:	Absorción infrarroja y curvas de difracción de -- rayos X resultan los mejores métodos de identi- ficación de anhídrido maléico.

Color en estado
de fusión: Blanco - agua, valor de 20 para platino cobalto -
(HAZEN).

Punto de solidifi-
cación: Rango desde 52.6°c a 52.8°c

Pureza: 99.7% con límite inferior de 99.5%.

Xilenos insolubles: Disuelto en Xileno forma una solución clara, in-
colora, libre de sedimento y materias suspendidas.
Si no se almacena en condiciones libres de hume-
dad, éste absorbe humedad y forma ácido maléico -
el cual causa una disminución en el punto de so-
lidificación y la aparición de xilenos insolubles
en el anhídrido.

ALCOHOL ETILICO
U. S. P.

Peso molecular: 46.07.

Sinónimos: Etanol, Spiritus Vini Rectificatus.

Descripción: Claro incoloro, líquido volátil, olor caracterís-
tico, libre de materias extrañas, se volatiliza -
rápidamente, incluso a bajas temperaturas y hier-
ve cerca de los 78°c. Es inflamable.

Solubilidad: Alcohol es miscible con agua, con éter y con clo-
roformo.

8. Componentes aceite

fusel: Debe pasar prueba U.S.P.

9. Metil Cetonas, Al-

cohol isopropílico

y Alcohol butilter

ciario: Debe pasar prueba U.S.P.

BENCENO (49)



Peso molecular: 78.

Especificaciones: Claro, incoloro, líquido, inflamable, de alta-naturaleza refractiva; olor característico, -- narcótico y tóxico, punto de ebullición 80.1°C punto de fusión 5.5°C, gravedad específica - - 0.8790 (20/4°C) peso/gal. 7.32 lb, índice de - refracción (n 20/d) 1.50110, punto flash (co- pa cerrada) 12°F, miscible con alcohol, éter, acetona, tetracloruro ~~de~~ carbono, disulfuro de carbono, ácido acético; muy poco soluble en -- agua, forma mezcla explosiva con aire con lí- mites de 1.5 a 8% por volumen.

Grados: Crudo, motor; industrial (2°C); nitración - -- (1°C); libre de tiofeno; 99% mole % 99.94 mo- le %.

Presentación: Tambores, pipa, Carros tanque, 8000- 10000 - - gals.

ACIDO PARA TOLUENSULFONICO $C_6H_4(SO_3H)(CH_3)$

Propiedades: Hojuelas incoloras, punto de ebullición 140°C-
(20mm), p. fusión 107°C, soluble en alcohol, -
éter y agua.

Obtención: Por reacción del ácido clorosulfónico con to-
lueno y baja temperatura.

Disponibilidad: Anhidro; monohidratado; solución acuosa al 40%.

Presentación: Tambores.

Usos: Colorantes síntesis orgánica; catalizador or-
gánico.

CARBONATO DE SODIO Na_2CO_3
Comercial

Peso molecular: 105.99.

Descripción: Polvo blanco, granular; libre de materias ex-
trañas.

Solubilidad: Soluble en agua, en glicerina; insoluble en --
alcohol.

Envase: Sacos con recubrimiento interno de plástico.

Especificaciones:

1. Carbonato de sodio (Volumétrico) No menos del 99%.
2. Pérdida por secado
(105°C, 4 Hrs.) No más de 0.7%.

- | | |
|---|---------------------|
| 3. Cloro: | No más de 0.10%. |
| 4. Compuestos de azufre
(como SO_4^*) | No más de 0.020%. |
| 5. Hierro | No más de 50 p.p.m. |
| 6. Calcio magnesio pre-
cipitados. | No más de 0.020%. |

HIDROQUINONA $C_6 H_4 (OH)_2$

Especificaciones:

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1. Apariencia | Cristales brillantes de color café tostado o -
gris. |
| 2. Solubilidad: | En agua, alcohol etílico y éter. |
| 3. Cenizas: | (Sulfatada) % en peso: 0.05 máximo. |
| 4. Punto de fusión: | 170°c mín.
174°c máx. |
| 5. Punto de ebullición: | 285°c. |
| 6. Contenido de catecol: | Debe pasar la prueba U.S.P. |
| 7. Sulfatos: | Debe pasar la prueba U.S.P. |
| 8. Metales pesados % en
peso: | 0.005 máx.
0.001 mín. |
| Envase: | Sacos de papel, cuñetes. |

TABLA 4-8

RESUMEN DE DATOS DE ADQUISICION DE LAS MATERIAS PRIMAS

PRODUCTO	COSTO \$/Kg. M.N.	LAB.	PRESENTACION	PROVEEDORES
Anhídrido Maléico	\$ 11.00	Guadalajara	Sacos y - - Tambores.	Derivados Maléicos, S. A.
Alcohol Etilico	\$ 4.88	Guadalajara	Tambores y Carro Pipa.	Sociedad Nacional de Productores de Alco- hol.
Benceno	\$ 3.50	Guadalajara	Tambores y Carro Pipa.	Egon Mayer, S. A. Drogas y Productos Qui- micos, S. A.
Acido para Toluensulfónico	\$ 50.00	Guadalajara	Tambores	Química Hoechst, S. A. Pigmentos y Oxidos, S. A.
Carbonato de Sodio	\$ 1.20	Guadalajara	Sacos Papel 50 Kg.	Industria del Alkali, S. A.
Hidroquinona	\$ 75.00	Guadalajara	Sacos Papel y Cuñetes.	Egon Mayer, S. A.

CAPITULO V. SELECCION DEL PROCESO

a). ASPECTOS GENERALES.

Como hemos mencionado anteriormente el MDE es un producto que pertenece al grupo de los ésteres; para obtenerlos, actualmente - - existe una gran variedad de métodos, procesos industriales y de laboratorio según el producto de que se trate de acuerdo con su estructura -- química.

Dentro de las reacciones de esterificación, el método más-usual para la preparación de ésteres, consiste en hacer reaccionar un - ácido carboxílico y un alcohol con eliminación de agua. En una forma - general podemos mencionar otras reacciones para la formación de ésteres en las que podemos incluir el uso de anhídridos, cloruros de acilo, amidas, nitrilos, hidrocarburos insaturados, ésteres, aldehidos y cetonas, así como deshidratación de alcoholes.

Por otra parte, la rapidez con que estas reacciones se - - efectúan, depende de la estructura de las moléculas y los tipos de radicales presentes.

Debido a que las reacciones de esterificación involucran - un equilibrio reversible, éstas no llegarán a completarse en un 100%, - sin embargo pueden lograrse rendimientos del orden del 98% en algunos - sistemas con exceso de uno de los reactivos. Para fines industriales - conversiones que se aproximen al 100% son aceptables y pueden lograrse-

por el método simple de separar uno de los productos formados en la - - reacción, ya sea el éster o el agua, de tal manera que el equilibrio se desplace favorablemente.

Sin embargo, debemos entender que no existe una manera - - universal de que todas las reacciones de esterificación puedan ser forzadas a completarse, por lo cual debe considerarse cada sistema en particular.

En términos generales las esterificaciones pueden dividirse en tres clases dependiendo de la volatilidad de los ésteres, según se describen a continuación (8):

CLASE No. 1.

Los ésteres de alta volatilidad, como el formato de metilo, formato de etilo o acetato de etilo, cuyos puntos de ebullición son inferiores que los del alcohol correspondiente pueden ser separados de la mezcla reaccionante, por ejemplo:

El éster puede separarse por destilación en la fase vapor con el alcohol por la parte superior de la columna y el agua se acumulará en la base para ser descargada; posteriormente por destilación en una segunda columna, el éster y el alcohol se separan.

CLASE No. 2.

Tratándose de ésteres de mediana volatilidad, es posible separar el agua formada por destilación; como ejemplo de este tipo tenemos los formatos y acetatos de propilo, butilo y amilo, así como los-

ésteres metílicos y etílicos de los ácidos propiónico, butírico y valérico.

En algunos casos se forman mezclas ternarias de alcohol, éster y agua. Esta mezcla es susceptible de una subdivisión posterior. Por ejemplo, con el acetato de etilo todo el éster es separado como una mezcla en fase vapor con el alcohol y parte del agua; por otra parte, en el caso del acetato de butilo toda el agua formada se separa arriba con parte del éster y alcohol acumulándose el resto del éster en el sistema.

CLASE No. 3.

Con los ésteres de baja volatilidad existen varias posibilidades; en los casos de ésteres de los alcoholes butílico y amílico, el agua es separada como una mezcla binaria con el alcohol. Para producir ésteres de alcoholes ligeros como metílico, etílico y propílico puede ser necesario añadir un hidrocarburo tal como benceno o tolueno, de tal manera que pueda incrementarse la cantidad de agua separada en la destilación. En los casos de alcoholes con puntos de ebullición elevados, un líquido adicional siempre es requerido para eliminar el agua por destilación.

b). METODOS DE ELIMINACION DEL AGUA.

Puesto que el factor más importante que influencia el sentido de las reacciones de esterificación es la separación del agua de reacción, se han desarrollado ciertos procedimientos especializados

para lograr esta finalidad. A continuación los describimos detalladamente:

Pueden formarse azeotropos binarios entre el alcohol y agua, el alcohol y el éster o el éster y agua; también son posibles los azeotropos ternarios entre alcohol, éster y agua. En general los azeotropos ternarios tienen los puntos de ebullición más bajos, pero las diferencias entre los puntos de ebullición de las varias combinaciones en algunos casos son muy pequeñas. Debemos hacer notar que las mezclas binarias éster-agua tienen puntos de ebullición muy cercanos con aquellos de las mezclas ternarias, por lo tanto se necesitaría una columna de fraccionamiento extremadamente eficiente para obtener un azeotropo ternario puro.

Considerando los ésteres no volátiles de altos puntos de ebullición, pueden usarse los azeotropos binarios del alcohol y agua, a continuación se expone una tabla con datos sobre algunas de estas mezclas; debemos mencionar que todos los alcoholes, excepto el metanol, forman azeotropos binarios con el agua.

TABLA 5-1.

Composiciones y puntos de ebullición de azeotropos binarios de alcoholes ligeros con agua.

<u>ALCOHOL</u>	<u>PUNTOS DE EBULLICION</u>		<u>% EN PESO DE AGUA</u>
	<u>ALCOHOL</u>	<u>AZEOTROPO</u>	
etanol	64.7	No hay	-
lcohol Etilico	78.3	78.15	4.43
lcohol Alilico	96.9	88.89	27.7
lcohol N-Propilico	97.2	87.72	28.31
lcohol Isopropilico	82.44	80.38	12.10
lcohol N-Butilico	117.75	92.4	38.0
lcohol Isobutilico	108.0	89.92	33.3
lcohol Sec-butilico	99.6	88.5	32.0
lcohol Ter-butilico	82.55	79.91	11.76
Etoxi-Etanol Cellosolve)	133	92.2	60
cohol N-amilico	137.8	95.95	54.0
cohol Isoamilico	132.06	95.15	49.6
cohol sec-amilico 2-pentanol)	119.3	92.5	38.5
cohol ter-amilico 2-metil-2-butanol)	102.25	87.35	27.5
pentanol	115.4	91.7	36.0
metil-2-butanol	112.9	91.0	33
hexilico	157.85	97.8	75
2-etil-1-butanol	148.9	96.7	58

Los azeotropos formados entre el agua y los alcoholes etílico, n-propílico, isopropílico, alílico y terbutílico forman una sola fase; esto es, al condensar el vapor los componentes son completamente-

miscibles, después es necesario recurrir a otros medios para eliminar el agua; por ejemplo, extracción con un solvente no miscible con el agua como benceno o tetracloruro de carbono. Los alcoholes pesados forman azeotropos que al condensar se separan en dos fases líquidas, en tal caso la fase rica en alcohol puede separarse más adelante por destilación en azeotropo y alcohol puro, así como la fase rica en agua puede ser separada en agua y azeotropo.

Para los alcoholes ligeros pueden usarse materiales ligeros e inertes tales como: benceno, tolueno, hexano, ciclohexano o un solvente clorinado para formar una mezcla que se separe en dos fases al condensar. Estos agentes también son utilizados con los alcoholes no volátiles para facilitar la separación de agua de la mezcla reaccionante.

A continuación tabulamos algunos datos sobre azeotropos binarios de los compuestos citados en el párrafo anterior con el agua:

TABLA 5-2.

Datos para líquidos accesorios utilizados en esterificación:

COMPONENTE	PUNTO DE EBULLICION DEL COMPONENTE NO ACUOSO °c	AZEOTROPO	
		p e°c	% AGUA (peso)
benceno	80.2	69.25	8.83
tolueno	110.7	84.1	19.6
hexano	68.95	61.55	
ciclohexano	80.75	68.95	9.0
tetracloruro de carbono	76.75	66.0	4.1
cloroformo	61.2	56.1	2.5

También se ha sugerido para completar la esterificación en sistemas donde intervienen reactivos con puntos de ebullición elevados, el uso de vapor, gases inertes o SO_2 aplicados para promover la agitación y eliminar el agua formada en la esterificación de ácidos grasos con alcoholes polihídricos a temperaturas de 450°F .

En algunas ocasiones puede ser necesario utilizar medios especiales para separar el agua de la esterificación con el fin de completar la reacción. Este caso se observa en la producción de ésteres sensibles al ácido, donde el uso de ácidos minerales fuertes no es conveniente; también un calentamiento prolongado puede contribuir a la destrucción del éster y la formación de subproductos no deseables al igual que desviaciones en el color.

Otros medios para desalojar el agua han sido estudiados y aplicados como el de utilizar carburo de calcio soportado en el interior de un extractor continuo a través del cual se hace pasar el vapor-condensado de la esterificación (8).

Se han obtenido excelentes rendimientos con alcohol octílico y ácidos polibásicos utilizando una columna de bauxita activada montada sobre el recipiente de reacción, de tal manera que el agua de la reacción pueda separarse por adsorción. Puede probarse también alumina activada o sulfato de calcio anhidro.

c). CATALIZADORES MAS USUALES.

Otro aspecto de gran importancia y determinante en este tipo de reacciones, lo constituyen los catalizadores que pueden apli-

carse. La selección del catalizador apropiado para una reacción de esterificación depende de varios factores y varía de acuerdo al sistema en consideración. Los catalizadores más comunes usados son los ácidos minerales fuertes, sin embargo, otros agentes tales como sales, sílica - Gel, así como resinas intercambiadoras de iones, también se emplean en ocasiones (8).

Considerando los ácidos minerales, el ácido clorhídrico -- es el más ampliamente usado en estudios de laboratorio, pero no se ve -- muy favorecido para operaciones de planta, debido a su corrosividad y -- requerimientos de proceso. A su vez se han encontrado reacciones se- -- cundarias en que se forman cloruros de alquilo cuando los tiempos de -- reacción son prolongados, como por ejemplo: los alcoholes ternarios -- reaccionan con el HCl muy rápidamente para formarlos.

El ácido sulfúrico es el más utilizado en la mayoría de -- las esterificaciones de planta, aunque también existe el problema de -- corrosión (37).

En el caso de algunos alcoholes secundarios, así como con los ternarios puede resultar que por deshidratación se obtengan las -- correspondientes olefinas, o se tengan reacciones de isomerización y -- polimerización. Por otra parte, con los ácidos aromáticos se requieren cantidades mayores de ácido sulfúrico que con los ácidos alifáticos.

Los ácidos bencensulfónico y paratoluensulfónico son usa-- dos frecuentemente como catalizadores para esterificar ácidos grasos -- de cadena larga y ácidos aromáticos.

El ácido fosfórico se emplea algunas veces como cataliza-- dor, pero es lento, el ácido perclórico, el bromhídrico, el fluorhídri-

co, el clorosulfónico, el trifluoruro de boro, se han usado como catalizadores de esterificación. Sales tales como perclorato de calcio y los cloruros de magnesio, aluminio, fierro (férricos), zinc, cúpricos y estánicos a menudo ejercen un efecto promotor en las esterificaciones; los compuestos organotitánicos y organozircónicos, al igual que las sales de mercurio, plata, cobalto, níquel y cerio han mostrado efectividad como catalizadores en ausencia de ácidos minerales.

d). DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS EXISTENTES.

La producción de ésteres desde una base comercial se puede efectuar, ya sea por medio de procesos continuos o del tipo Batch. En general para la producción en gran escala se prefieren los métodos de esterificación continua, sin embargo, el viejo procedimiento "batch" basado en el uso de un reactor y una columna de fraccionamiento ordinaria (de platos o empacada) aún es utilizado muy comúnmente (8).

En la esterificación continua (8) (38) operan simultáneamente tres factores mayores; la ley de acción de masas, las leyes de cinética y las leyes de destilación.

Otro tipo de proceso de esterificación que ha recibido considerable atención es la esterificación catalítica de alcoholes y ácidos en fase vapor, debido a que las conversiones obtenidas son generalmente más elevadas que en las reacciones en fase líquida; hasta la fecha, en la literatura no se han reportado aplicaciones comerciales de los métodos en fase vapor.

En virtud de que el campo de la esterificación es muy am-

plio y requeriría un estudio en particular muy extenso, sólo hemos mencionado aspectos básicos y generales sobre ella, de tal manera que podamos orientarnos en los párrafos siguientes al describir los procesos existentes para la manufactura de un producto como el de nuestro estudio.

Método "A".

La síntesis de un éster por medio de este procedimiento -- consiste en hacer reaccionar en caliente a un alcohol con un ácido en presencia de un catalizador, por ejemplo, un ácido fuerte como sulfúrico o bencensulfónico; puede añadirse un solvente para el éster no miscible con el agua, como benceno o tolueno, el propósito de esto es ayudar a la vaporización y separación del agua como una mezcla azeotrópica con el solvente.

Posteriormente, una vez efectuada la reacción, la mezcla se trata con suficiente alcalí (solución de bicarbonato o carbonato de sodio al 5%) para neutralizar el ácido presente, después de la neutralización del producto se separa por destilación fraccionada a presión reducida (4-5 mm de presión) (39) (40).

En realidad no existe ninguna regla para determinar la cantidad de ácido por añadir, ya que varía dentro de amplios límites -- (40), sin embargo, se ha demostrado que es suficiente añadir 1-2% con relación al ácido orgánico de H_2SO_4 conc. el rendimiento es tan bueno como aplicando una cantidad grande del ácido. Según casos estudiados por Young, la cantidad de H_2SO_4 máxima, corresponderá a 1/2 de la cantidad de H_2SO_4 necesario para fijar toda el agua considerando que una-

molécula de H₂ SO₄ fija 5 moléculas, esta cantidad puede reducirse aún a la mitad si se completa con la separación del agua por el azeótropo. Young también encontró que los rendimientos son más bajos si se emplea benceno que tolueno, así como no varían considerablemente al cambiar -- el H₂ SO₄ por el ácido bencesulfónico.

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento con Tolueno} &= \text{Rendimiento con benceno} + 6\% \\ \text{Rendimiento con Bencensulfónico} &= \text{Rendimiento con H}_2\text{SO}_4 - 2\% \end{aligned}$$

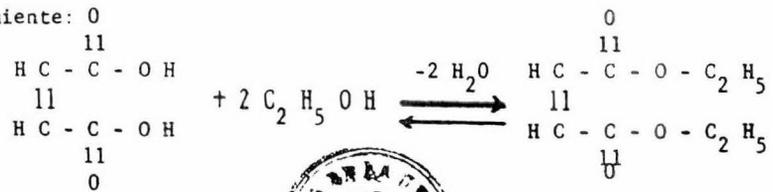
Por otra parte, siempre es conveniente emplear exceso de uno de los reactivos de tal manera que se pueda lograr una reacción más completa.

La concentración del solvente orgánico inerte debe ser preferentemente del 15% al 50% del peso total de los reactivos más el solvente.

Se entiende que este proceso no es aplicable para esterificar los ácidos que son atacados por el H₂ SO₄ conc., por ejemplo, el ac. tartárico y que no da resultados satisfactorios en los casos de ácidos difíciles de esterificar debido al impedimento estérico.

En el laboratorio podemos seguir este proceso para el MDE empleando ácido maléico con alcohol etílico absoluto, lográndose rendimientos del orden de 96% destilando la mezcla ternaria dos veces (40).

La reacción que tiene lugar con este procedimiento es la siguiente:



En la Academia Americana de Artes y Ciencias, se ha diseñado un aparato de laboratorio que puede emplearse para la preparación de varios ésteres cuyos puntos de ebullición sean elevados, según se muestra en la figura V-1 (44).

Tal aparato puede acondicionarse de tal manera que se logre un proceso continuo deshidratando la mezcla alcohol-agua que destila, a su vez permite mantener la temperatura de reacción tan elevada como sea necesario, si se desea una descripción detallada acerca del funcionamiento de este aparato, consúltese la referencia (44). Es posible efectuar reacciones catalizadas, así como adaptarlo para llevar a cabo también la eliminación de agua por medio de una mezcla ternaria.

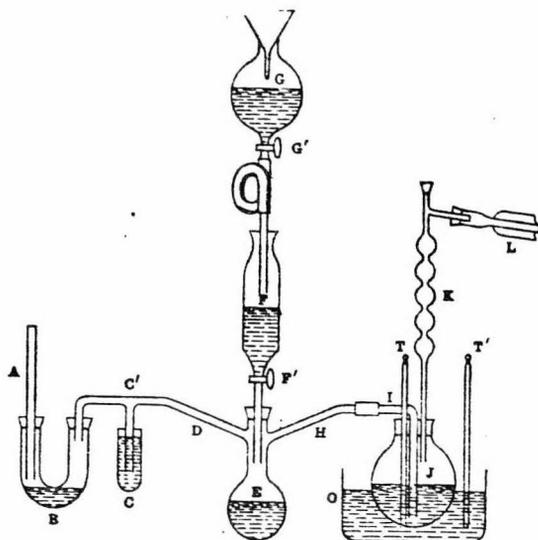


FIGURA V-1 APARATO DE LABORATORIO PARA
ESTERIFICACION

Descripción del equipo, piezas principales:

- A) Tubo de vidrio, es preferible un tubo capilar largo.
- B) Válvula de seguridad, para caídas de presión en el sistema.
- C) Válvula de seguridad, protege contra presión interna excesiva.
- C-1) Tubo de vidrio, sumergido 3 cms. en el mercurio del tubo C.
- D) Ramal del matraz de Destilación.
- E) Matraz de Destilación.
- F) Depósito de alimentación del alcohol.
- F-1) Válvula reguladora de la alimentación del alcohol.
- G) Depósito de alcohol altura regulable.
- G-1) Válvula que se mantiene abierta.
- H) Ramal del matraz que es conveniente aislar térmicamente con asbesto.
- I) Tubo de vidrio que debe penetrar a 2 o 3 cms. del fondo del matraz de reacción, la punta de descarga debe ser capilar.
- J) Matraz de reacción con tapón tri-oradado.
- K) Columna de Fraccionamiento.
- L) Condensador.
- O) Baño de Aceite.
- T) Termómetro para registrar la temperatura de la mezcla reaccionante.
- T-1) Termómetro para la temperatura del baño de aceite.

Industrialmente en esterificaciones batch (8) para producciones en mayor escala, se recomienda utilizar un equipo como el que muestra el esquema de la Figura V-2.

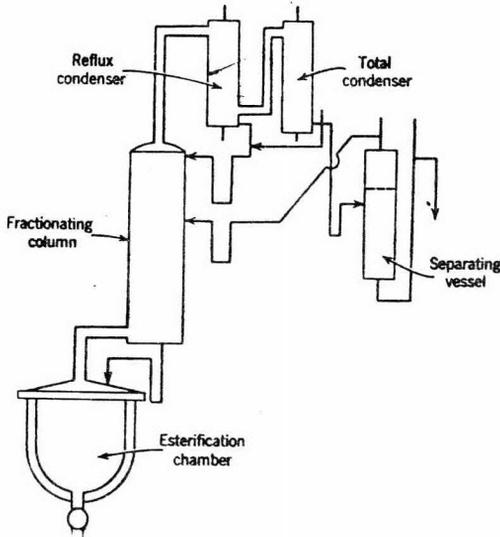


FIGURA V-2.

**ESQUEMA DEL EQUIPO INDUSTRIAL RECOMENDABLE
PARA ESTERIFICACION PROCESO BATCH**

Descripción del equipo:

La cámara de esterificación consiste en un reactor o recipiente cilíndrico enchaquetado y conectado a una línea de vapor para calentamiento.

Los reactivos dependiendo de su estado físico, se pueden alimentar al reactor ya sea desde tanques de almacenamiento (en el caso de los líquidos), por bombeo o por succión directamente de tambores, los ingredientes sólidos se añaden por la boca del reactor cuya tapa puede ser sellada con tornillos.

El vapor que se desprende es alimentado por la parte inferior de una columna de fraccionamiento; los vapores que alcanzan la punta de la columna se condensan por medio de intercambiadores de calor -- (condensadores) que pueden ser uno o varios, según las necesidades de acuerdo al producto que se va a obtener.

Una parte de los vapores condensados puede retornarse como reflujó a la columna por su parte superior (último plato) separando el resto para recuperación de los componentes que sean de interés. En algunos casos es posible lograr una separación de fases del condensado en un decantador, de tal modo que nos permite recircular solvente de una de ellas e ir eliminando agua de la reacción de la otra fase.

La reacción se continúa hasta que ya no se observa más separación de agua, después de lo cual es necesario neutralizar la acidez residual de la mezcla obtenida; esta operación se puede realizar en el mismo reactor añadiendo el alcalí necesario en forma de solución con -- agitación y permitiendo posteriormente una separación de fases para -- separar el agua, esta operación depende de las características y propiedades del producto final.

La porción del éster se lava con agua y se destila para -- purificar.

Método "B".

En este procedimiento intervienen como reactivos un anhídrido y un alcohol que en nuestro caso específico, sería un "Alkanol" -- como el alcohol etílico y anhídrido maléico para producir el "Diester".

Los procesos conocidos para la producción de dialquil maleatos usando el anhídrido envuelve los pasos de formar el éster, la separación y la purificación como en el Método "A"; los objetivos consisten en lograr un proceso de acuerdo con las características del producto final en el cual se obtengan altos rendimientos, alta calidad y producto esencialmente libre de color.

Para propósitos de este procedimiento, las proporciones de los reactivos pueden considerarse estequiométricamente, aunque como ya explicamos anteriormente, es conveniente aplicar un exceso de uno de los reactivos que para este caso en particular corresponde al etanol.

El anhídrido maléico reacciona inmediatamente con el alcohol para producir el maleato ácido, formándose después el diéster en una segunda etapa de la reacción (20) en presencia de un catalizador como en el método anterior. La temperatura de reacción de la masa se mantiene en un rango de 110°C a 140°C con el fin de asegurar máximos rendimientos de un producto de alta calidad en un tiempo razonable. Este rango es el óptimo debido a que efectuar la reacción a temperaturas inferiores de 110°C significa un mayor tiempo de reacción para completarla, mientras que aplicar temperaturas superiores a 140°C causa oscurecimiento del producto.

En general se ha encontrado que es conveniente mantener las condiciones de reacción de tal manera que el alcohol no reaccionado esté refluendo constantemente. Para mantener tales condiciones, el uso de presiones reducidas puede ser muy conveniente a fin de mantener la reacción dentro de ese rango de temperaturas.

La mezcla de reacción se mantiene en calentamiento con - -

agitación y manteniendo el reflujo, así el agua a reacción puede eliminarse fácilmente y al mismo tiempo lograr mantener la máxima velocidad de reacción.

Las operaciones y el equipo que se recomiendan para este proceso son prácticamente las mismas que para el Método "A", sólo es menester hacer funcional el manejo y carga de las materias primas a emplear.

Método "C".

Los haluros de acilo reaccionan con alcoholes para formar ésteres:



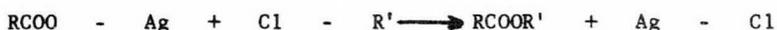
Usualmente se emplea un alcoholato de sodio como sustituto del alcohol; los cloruros de acilo generalmente son más reactivos que los anhídridos correspondientes, ya que el HCl liberado, actúa como catalizador, esto constituye un inconveniente para nuestro producto ya que el HCl fomenta la isomerización del maleato - fumarato (20).

Los haluros de acilo se emplean en este tipo de reacción para la determinación cuantitativa de grupos hidróxilo y en la acilación de azúcares principalmente.

Se han obtenido resultados satisfactorios al aplicar este método en la producción de ésteres derivados de alcoholes con una ligadura etilénica por lo menos en su molécula, por ejemplo, alcohol alílico (41).

Dentro de este método, cabe incluir un tipo de reacción -- de sustitución similar empleando también como reactivo un haluro de -- acilo, estas reacciones suelen emplearse con éxito en aquellos casos -- (45) en que la esterificación directa catalizada por los ácidos es lenta o ineficaz:

Trátase la sal de plata del ácido en estado seco con un -- haluro de alquilo.



Las sales de plata se precipitan generalmente disolviendo el ácido en amoníaco acuoso diluido, hirviendo para expulsar el exceso de amoníaco y agregando solución de nitrato de plata; este procedimiento tiene los inconvenientes de resultar caro y engorroso además de lo ya citado relativo a la isomerización para nuestro caso en particular.

Método "D".

En este proceso se descarta la posibilidad de emplear un ácido fuerte como catalizador, empleándose para los ésteres cuyas características son tales que no resisten la acción violenta de un catalizador como el ácido sulfúrico u otros como el cloruro de zinc que son -- susceptibles de generar otras reacciones no deseables y entorpecer la -- esterificación o evitarla, inclusive.

Un catalizador menos activo que no presente tales problemas sería la solución; se ha ensayado con muchos productos que pudieran asumir este papel, encontrándose ciertos silicatos de metales alcalinos

como los ordinarios de tipo comercial de sodio, potasio, litio, cesio o rubidio (42). Estos catalizadores se preparan de preferencia por evaporación de la solución de dichas sales, aplicando calentamiento a alta temperatura (al rojo) en el momento en que casi la totalidad del agua ha sido evaporada, esto es con la finalidad de formar una masa porosa y voluminosa del silicato, a continuación se enfría el material pulverizándose posteriormente para obtener la configuración más conveniente del catalizador; es conveniente mantenerlo en condiciones libres de humedad. Debemos mencionar que el rango de temperaturas a que puede calentarse, varía entre los 200°C y los 1100°C, se recomienda operar entre los 400°C y 600°C; sin sobrepasar la temperatura de fusión del silicato que oscila alrededor de los 1100°C.

La cantidad a emplear de este catalizador puede ser variable, sin embargo, un 2% en peso respecto a la cantidad teórica necesaria de alcohol es un dato bastante real, según experiencias prácticas (42).

Catalizando las reacciones con productos de esta naturaleza, se observan tiempos de reacción del orden de las 20 horas y es muy recomendable aplicarlos particularmente a la producción de ésteres a partir de reactivos de los cuales al menos uno de ellos sea insaturado, aunque en las aplicaciones de dichos catalizadores también se comprenden reacciones de esterificación entre alcoholes y ácidos orgánicos saturados.

Método "E".

Este procedimiento está enfocado a emplear un sistema de -

eliminación de agua por medio de un material desecante, sin recurrir a una reacción catalizada, con el cual se han encontrado ventajas en el sentido de tener un mejor control de las temperaturas de reacción, con rendimientos ligeramente superiores, así como obteniendo un color más adecuado en el producto final. Este procedimiento por ejemplo, ha resultado satisfactorio en la síntesis del decil maleato, sin embargo, no ha tenido éxito al intentarlo para esterificar el alcohol butílico con el anhídrido ftálico, por lo que resulta evidente que cada producto requiere un estudio especial para poder determinar cuál proceso de esterificación sería el más conveniente aplicar.

Este método (37) consiste en eliminar el agua de la reacción pasando el condensado de los vapores a través de un recipiente que contenga carbonato de potasio fundido y regresando el vapor de alcohol seco a la cámara de reacción.

Un método similar que puede aplicarse consiste en utilizar un material absorbente para el agua, así como añadiendo benceno a la mezcla reaccionante con el fin de facilitar la separación del agua, según se explicó anteriormente. Este método se ha utilizado para la obtención del tartrato de dietilo (43), en que se usó como absorbente (óxido de calcio) añadiendo benceno para facilitar la separación del agua.

Otro material desecante que ha dado resultados positivos es la fluorita; éste se ha empleado en la reacción de esterificación para obtener octil maleato, siendo la temperatura de reacción entre 104°C - 191°C y 70 mm., de presión.

Las características de la fluorita son las siguientes:

Gravedad específica	3.40
Densidad aparente lb/ft ³	50
Color específico	0.24
Voids %	34
Espacio entre poros %	38
Mesh (Malleado)	4-8
Max. Cap. de H ₂ O a saturación %	21
Temperatura de reactivación °C.	160

Para este tipo de esterificación no catalítica puede emplearse un aparato como el que muestra la Figura No. V-3.

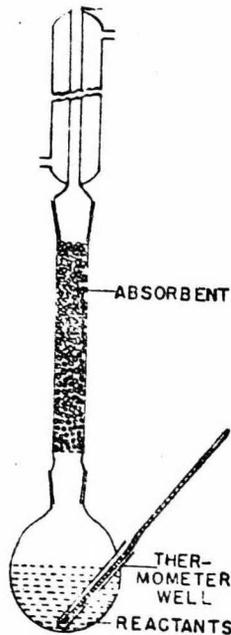


FIGURA V-3.

APARATO DE LABORATORIO
PARA ESTERIFICACION NO
CATALITICA

Otro desecante de importancia para este tipo de reacciones es la (56) alumina, obteniéndose con ambos materiales, rendimientos del orden de 93%, aunque es esencial para una rápida esterificación por - - este método, el control cuidadoso del incremento de temperatura; es - - evidente sin embargo, que el método descrito sólo podrá operar cuando - el desecante tenga una absorción selectiva para el vapor de agua.

e). BASES DE SELECCION.

Aunque se ha reconocido ampliamente que la selección del - proceso para obtener el máximo rendimiento de un éster cualquiera de - - depende de muchos factores, se han descrito en los párrafos anteriores, - algunos métodos de aplicación más o menos general; sin embargo, debemos hacer hincapié que ningún proceso tiene aplicación universal. En la -- mayoría de los casos es necesario efectuar modificaciones en las pro- - porciones de los reactivos u otras variables para lograr obtener rendimientos óptimos.

Los procesos descritos son representativos de las técnicas utilizadas, tanto en el laboratorio como en planta para esterificacio-- nes del tipo batch.

La selección de un proceso entre varios conocidos para la- manufactura de un producto involucra un análisis de factores que básic-- camente pueden clasificarse en dos categorías, primeramente aquéllos -- que se comprenden dentro del aspecto técnico y los que intervienen como factores económicos.

Dentro de estos dos grupos, enumeramos a continuación los-

que se consideran determinantes para una selección adecuada:

Factores de tipo técnico:

- 1.- Disponibilidad de tecnología industrial.
- 2.- Ventajas técnicas conocidas de un proceso sobre los demás.
- 3.- Ventajas en calidad de los productos finales.
- 4.- Ventajas técnicas que representa el empleo de ciertas materias primas sobre otras.

Factores de tipo económico:

- 1.- Economía de las materias primas.
- 2.- Costo de las instalaciones.
- 3.- Ideas de servicios necesarios.
- 4.- Ideas de mano de obra necesaria.

ANALISIS DE LOS FACTORES TECNICOS

Métodos A y B (F.T. N° 1)	Existe suficiente disponibilidad de tecnología para estos procesos que prácticamente son los más utilizados. Abundante literatura disponible para estos procesos directos. (3 puntos)
Método C (F.T. N° 1)	Existe literatura, sin embargo por ser un método indirecto está enfocada a casos menos generales en los que los métodos directos resultan ineficaces o lentos. (2 puntos)

- Método D
(F.T. N° 1)
- Literatura disponible referente a productos muy-específicos cuya producción por los métodos A, B o C resulta muy problemática, debido a reacciones secundarias que interfieren o impurifican, - así como posible degradación de algunos grupos - o radicales sensibles. Se recomienda experimentar según el caso.
(1 punto)
- Método E
(F.T. N° 1)
- Muy poca literatura disponible, se han incrementado las investigaciones a raíz del advenimiento del hule sintético para productos (ésteres) -- con altos puntos de ebullición. Se recomienda - experimentar según el caso.
(0 puntos)
- Método A
(F.T. N° 2)
- Este procedimiento es el más popular, principalmente para obtener productos derivados de ácidos monocarboxílicos que contienen el grupo carboxilo en una cadena lineal con alcoholes primarios. Se recomienda intentar otros métodos para casos en que intervengan reactivos con características distintas, ya que en la generalidad de los casos, la velocidad de esterificación se ve disminuida por la presencia de otros radicales - en la molécula. Podría emplearse este procedimiento para elaborar el MDE, pero presenta el -- inconveniente de tener que eliminar dos moléculas de agua en la reacción en vez de una sola -- como en el caso de anhídrido de nuestro método - B.
(2 puntos)
- Método B
(F.T. N° 2)
- Definitivamente, este proceso representa ventajas que lo colocan en un plano superior al método A, pues el problema de eliminación de agua -- se reduce a sólo una molécula de agua, ya que -- se trata de un sustituto del ácido maléico (di carboxílico), esto significa ahorro en tiempo - y reactivos para obtener el mismo producto. Se recomienda trabajar con equipo de acero inoxidable.
(3 puntos)

Método C

(F.T. N° 2)

Este procedimiento para nuestro caso es inadecuado por varios motivos, las materias primas -- presentan el problema de disponibilidad o fabricación, existe el problema de estabilidad de -- estos reactivos, ya que el cloruro de maleilo se polimeriza con gran facilidad y por otra parte -- las sales de plata también requieren un tratamiento y cuidado especiales; además de que la -- formación de HCl en la reacción provocaría la -- isomerización a fumarato y por consiguiente rendimientos bajos y corrosión del equipo. Se recomienda emplear este método previa experimentación para casos en que por la naturaleza de los reactivos y producto final los métodos A o B -- sean ineficaces.
(0 puntos)

Método D

(F.T. N° 2)

La ventaja de este método en nuestro caso sería el empleo de un catalizador no ácido con menor riesgo de corrosión del equipo y polimerización del MDE sin embargo el inconveniente principal resulta ser la elaboración tan especial del catalizador que implica equipo adicional y control independiente. En nuestro caso la naturaleza -- del MDE permite el empleo de los catalizadores ácidos sin gran riesgo por lo cual este método -- no es muy práctico.
(1 punto)

Método E

(F.T. N° 2)

Este procedimiento se ha investigado y ofrece -- ventajas de eliminar agua de reacción por un -- método simple en el que solamente es necesario controlar la reacción cuidadosamente y emplear un material desecante cuyas propiedades de absorción sean selectivas para el vapor de agua, -- en este punto es necesario experimentar ya que -- en la literatura no se ha publicado un experimento para nuestro caso específico, sin embargo podría resultar recomendable, sólo que la recuperación del desecante sería una operación adicional necesaria, digna de tomarse en consideración.
(2 puntos)

Método A y B
(F.T. N° 3)

Desde el punto de vista de calidad del producto final, con ambos métodos se pueden obtener las especificaciones requeridas de calidad, aunque la isomerización es más factible empleando ácido maléico, debido a su estructura molecular; en ambos casos se requiere un control cuidadoso de las variables que operan en el sistema.
(2 puntos) (3 puntos)

Método C
(F.T. N° 3)

Es muy factible obtener un producto impurificado con el isomero con este proceso, pues durante la reacción puede formarse ácido clorhídrico que viene a favorecer grandemente la isomerización. No es recomendable correr ese riesgo.
(0 puntos)

Método D
(F.T. N° 3)

El tipo de catalizador recomendado en este método puede dar resultados muy favorables en nuestro caso obteniendo producto con excelente calidad, ya que se ha utilizado con éxito en esterificaciones de productos con dobles ligaduras en los cuales los catalizadores ácidos tendrían una acción violenta con reacciones secundarias que impurifican o impiden obtener rendimientos costables. Los tiempos de reacción son similares a los necesarios con catalizador ácido; experimentar.
(2 puntos)

Método E
(F.T. N° 3)

Si el control de temperatura es correcto puede resultar un producto con muy buena calidad. Se tiene el problema de encontrar el desecante adecuado que para nuestro caso su absorción sea selectiva para el vapor de H_2O . No se tienen datos de alguno en especial, sin embargo, se recomienda experimentar con los siguientes: - fluorita, CaO y Al_2O_3
(2 puntos)

Método A
(F.T. N° 4)

No representa ventajas este método ya que al emplear ácido maléico como reactivo, tienen que ser eliminadas dos moles de agua por cada mol -

de ácido, este es un inconveniente si consideramos que uno de los problemas para desplazar la reacción favorablemente en el menor tiempo posible es la eliminación del agua formada.
(1 punto)

Método B
(F.T. N° 4)

Por el contrario del método A, empleando el anhídrido maléico se tiene la ventaja de eliminar -- solamente una mol de agua por mol de dicho reactivo; muy conveniente.
(3 puntos)

Método C
(F.T. N° 4)

Este procedimiento encierra problemas diversos -- desde el punto de vista de las materias primas; -- en primer término, por tratarse de productos tan especiales como cloruro de maleilo, o maleato de plata sería necesario elaborarlos en una etapa -- precedente a la esterificación, lo cual complicaría el proceso. Por otra parte la estabilidad de los productos representa otro inconveniente -- digno de tomarse en consideración, pues por ejemplo el cloruro de maleilo se polimeriza con gran facilidad. Como ya se dijo anteriormente, este proceso se recomienda para los casos en que por la naturaleza de los materiales que intervienen en la reacción los métodos directos, no serían -- aplicables.
(0 puntos)

Método D y E
(F.T. N° 4)

Estos procesos involucran operaciones adicionales de preparación de productos intermedios que serían indispensables para efectuar la esterificación, lo cual significa un mayor control de -- producción y calidad además de instalaciones y -- equipo extra. Son inconvenientes que requieren un trabajo de investigación muy especial para -- poderlos considerar.
(0 puntos) (0 puntos)

ANALISIS DE LOS FACTORES ECONOMICOS

Método A y B

La diferencia en estos procesos respecto al em--

(F.E. Nos. 1-4)

pleo de ciertas materias primas consiste en utilizar el ácido maléico en el método A y anhídrido maléico en el método B.

Desde el punto de vista económico podemos considerar que la diferencia principal en costo de -- estos dos procesos está determinada por el precio de cada uno de dichos reactivos, la cual nos señala directamente el más conveniente, ya que -- los factores económicos 2, 3 y 4 a considerar -- son favorables en menor porcentaje para el método A, debido a las consideraciones técnicas ya -- expuestas anteriormente al analizar los factores técnicos.

Contamos con las siguientes cotizaciones (1975):

Acido Maléico LAB Frontera	\$ 21.00/Kg.
Anhídrido Maléico Frontera	<u>\$ 11.00/Kg.</u>
Diferencia (2 puntos) (3 puntos)	\$ 10.00/Kg.

Método C

(F.E. Nos. 1-4)

Obviamente el costo de los materiales que intervienen en este proceso es superior al de los -- métodos precedentes por tratarse de reactivos -- muy especiales, como el cloruro de maleilo que -- además es muy poco comercial, no se consiguió -- cotización; en la misma situación tenemos el -- etilato de sodio. Por otro lado empleando cloruro de etilo, cuyo precio aproximado sería de \$ 6.00/Kg., el costo total con este proceso se -- vería inflado grandemente al tener que elaborarse el otro reactivo, es decir, la sal de plata -- del ácido maléico o maleato de plata, que por su naturaleza tan especial no se conseguiría en el mercado en cantidades y precios accesibles para nuestro propósito. Todo esto aparte de los inconvenientes ya mencionados al hablar de los detalles técnicos.

En virtud de que el procedimiento requiere de -- uno o varios procesos adicionales para obtener -- materias primas resulta evidente que los demás -- factores se verían afectados directamente en -- forma anti-económica.

(0 puntos)

Método D

Tomando como base el método B vemos que resulta-

(F.E. Nos. 1-4)

ría factible substituir como catalizador al ácido bencensulfónico por un silicato desde el punto de vista técnico siempre y cuando se encuentre disponible en el mercado con las especificaciones requeridas; si así fuera tendríamos que analizar esta posibilidad desde el ángulo económico para lo cual partiremos de los siguientes datos:

Consumo anual de ácido bencensulfónico - 1.5 - ton.

Consumo anual de silicato alcalino - 9.4 ton.

Precio ácido bencensulfónico (1975) \$40.000.00 ton.

Precio silicato alcalino a reserva de aprobar sus características (1975) \$ 3.500.00/ton.

Costo anual catalizador ácido \$ 60.000.00.

Costo anual silicato alcalino \$ 33.000.00.

Realmente en este renglón la diferencia en costo es regular, por lo que este otro catalizador podría convenir, sólo que por el volumen superior que es necesario emplear, así como las condiciones de humedad con que debe intervenir en la reacción, lo más probable es que aumentaría nuestros costos de control de calidad, almacenaje y mantenimiento de inventario, ya sea por tener que almacenarlo en algún sitio libre de humedad, o bien por tener que ordenarlo con una frecuencia mucho mayor, lo que implica riesgos y aumento de mano de obra necesaria.

Es recomendable experimentar con los silicatos disponibles en el mercado y si los resultados fuesen satisfactorios, obtener el costo real y comprarlo con el costo empleando catalizador ácido.

(2 puntos)

Método E

(F.E. Nos. 1-4)

Esta es una alternativa sumamente interesante desde el punto de vista economía en materias primas ya que resultaría más económico el material desecante como la fluorita que el benceno para eliminar el agua de la reacción según los siguientes datos:

Cant. de H ₂ O a eliminar	92 tons/año.
Consumo de benceno	313 tons/año.
Consumo de fluorita	414 tons/año.

Costo benceno (1975)	\$ 3.500.00/ton.
Costo fluorita (1975)	\$ 2.000.00/ton.
Costo anual benceno	\$ 1'095.500.00
Costo anual fluorita	\$ 828.000.00

Si suponemos que en ambos se puede lograr un porcentaje igual de recuperación tendríamos un - - ahorro de \$ 267.500.00/año por concepto de precios.

Por otra parte, considerando las instalaciones - vemos que la fluorita requiere de un equipo adicional como un horno para su reactivación, mientras que el benceno se puede recuperar empleando el mismo equipo; en este renglón, ya tenemos un ahorro en inversión bastante significativo; aparte, los tiempos de carga y descarga del desecante significan tiempos muertos que restan eficiencia y aumentan costo en mano de obra, además del manejo y almacenaje de la fluorita en estado - - anhidro que requieren condiciones especiales - - aumentando el costo. Por lo anterior nos percatamos de que lo más probable es que resulte menos costeable este proceso, desgraciadamente no se encontró en la literatura ningún dato sobre - experiencias en escala industrial y un estudio - profundo para comparar ambos procesos sería interesante, pero de una magnitud que está fuera - del alcance del presente estudio.

(3 puntos) (0 puntos)
(0 puntos) (1 punto)

Hemos asignado valores o puntuaciones arbitrarias con el fin de tener una idea más objetiva de la conveniencia que cada método - representa; a mayor puntuación, mayor conveniencia.

A continuación se resume en la Tabla 5-3 la puntuación - - obtenida para cada proceso después de analizar independientemente los - métodos propuestos en función de sus ventajas y desventajas técnicas y económicas.

TABLA 5-3

RESUMEN DE LA PUNTUACION DE ACUERDO CON
EL ANALISIS DE LOS FACTORES CONSIDERADOS

PROCESOS DESCRITOS	P U N T U A C I O N E S								TOTAL
	FACTORES TECNICOS				FACTORES ECONOMICOS				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
A	3	2	2	1	2	2	2	2	16
B	3	3	3	3	3	3	3	3	24
C	2	0	0	0	0	0	0	0	2
D	1	1	2	0	2	2	2	2	12
E	0	2	2	0	3	0	0	1	8

Podemos concluir que el proceso más conveniente para elaborar el MDE es el "B", en el cual emplearemos un equipo que en última instancia podría utilizarse para los métodos "A" y "D".

f). DESCRIPCION DETALLADA DEL PROCESO SELECCIONADO.

Descripción:

Normalmente a una mol de anhídrido maléico se añade un - -

exceso de alcohol etílico (4 a 6 moles). El agua formada durante la reacción se elimina por medio de una mezcla azeotrópica, empleándose -- benceno para cumplir con esta finalidad en cantidades correspondientes -- a un tercio del alcohol empleado.

Como catalizador es preferible utilizar un ácido como bencensulfónico o p-toluen sulfónico en cantidades de 0.1% a 0.5% respecto al anhídrido maléico.

Debido a que la reacción es exotérmica, se notará un aumento en la temperatura de la mezcla reaccionante después de la adición -- del alcohol, ya que en esos momentos se está formando inmediatamente el éster monoetílico.

La reacción se continúa con agitación y calentamiento moderado, a 69°C.

El punto de ebullición de la mezcla terciaria azeotrópica-alcohol - benceno - agua, es de 64.8°C con la composición siguiente:

alcohol	18.5%
benceno	74.1%
agua	7.4%

La mezcla azeotrópica que destila se condensa recibándose el condensado en un decantador donde se separa el agua en la fase pesada al fondo del recipiente. El estrato acuoso contiene ahora:

alcohol	52.1%
benceno	4.8%
agua	43.1%

Durante la reacción se sigue el curso de la esterificación muestreando y midiendo la acidez o bien midiendo la cantidad de agua -- eliminada hasta finalizar la reacción (40 Hrs. aprox.) en que la acidez deberá ser de 1 a 2%; entonces la reacción se interrumpe destilando el exceso de reactivos y neutralizando el éster aún impuro mediante un lavado con solución diluida al 5% de carbonato de sodio, siguiendo a -- éste, otro lavado con agua para eliminar la alcalinidad residual.

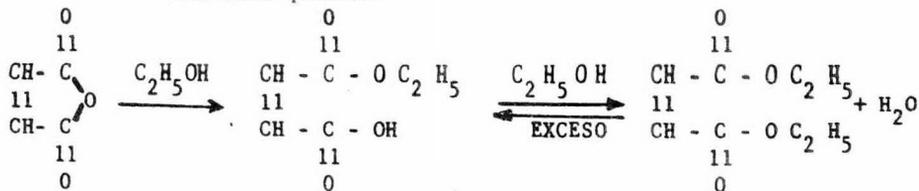
Después de este tratamiento, el éster puede ser utilizado o destilado según la pureza con que sea requerido el producto final.

En la refinación del producto se alimenta el éster neutralizado y se efectúa la destilación en presencia de un antioxidante con el fin de inhibir la polimerización. Como antioxidante se recomienda - emplear hidroquinona en cantidades de 500 a 1000 p.p.m.

La destilación se efectúa con vacío, sin embargo, desde el punto de vista industrial, no es aconsejable emplear mucho vacío, ya -- que por la volatilidad del maleato de dietilo se requeriría un consumo -- muy elevado de material frigorífico para lograr la condensación sin --- pérdida de producto. Un vacío de 50 a 70 m.m., de mercurio es lo más - recomendable para esta operación.

Se debe mencionar que la polimerización del maleato, es -- catalizada por el fierro, por lo que es conveniente trabajar con equipo de acero inoxidable o esmaltado.

Reacción química:



CAPITULO VI. LOCALIZACION DE LA PLANTA

a). FACTORES DETERMINANTES PARA LA LOCALIZACION DE UNA -- PLANTA: (50).

Como primer paso, resulta de gran importancia para la localización de una planta el fijar un criterio que nos indique el orden -- de importancia o las prioridades en que debemos tomar en cuenta los -- factores de localización. De la generalidad de "qué" factores son im-- portantes tenemos que decidir "qué tanta" importancia tendrá cada uno, -- aquí es donde tendrá que aplicarse el mejor criterio basado en experien -- cias anteriores y en el conocimiento profundo del proyecto que se puen-- se realizar.

El paso siguiente es la determinación de una clasificación de factores, la cual se debe integrar así: Indispensables, necesarios- y deseables. También se pueden asignar valores o puntos a los factores para tener una base de comparación (sistema de calificación). En -- esta parte es importante considerar que la selección de una localiza- -- ción industrial implica escoger la mejor alternativa, es decir, siempre estaremos comparando cuando menos dos posibilidades, aunque en casos -- extremos lleguemos a comparar una sola posibilidad real y otra ideal o -- teórica.

Dentro de las condiciones Mexicanas, la política de des- -- centralización de la industria tal vez sea el factor de mayor influen--

cia en una localización industrial. Esto está basado en que el desarrollo de la industria en México está caracterizado por la concentración geográfica industrial en pocos centros del país, la mayor concentración se encuentra ubicada en la zona metropolitana de la Ciudad de México, que ha mostrado un rápido crecimiento de población no usual para alcanzar un nivel de aproximadamente 10 millones de personas. Esta zona en 1960 tenía el 15% de la población del país, 48% de ésta se empleó en manufactura, lo cual representaba el 51.6% del producto industrial de la república. Otras concentraciones existen en Monterrey y Guadalajara con 9.2% y 3.2% del producto industrial respectivamente. Esta concentración de población desde el punto de vista económico, institucional y político está en contra del incremento en el standard de vida e ingresos del resto de la población. Ambos sectores, tanto el público como el privado están de acuerdo en que es necesario tomar la acción de reducir la rapidez de crecimiento del área metropolitana de la Ciudad de México y simultáneamente promover el desarrollo en el resto del país.

Aquí creemos conveniente hacer notar que en 1972 las ciudades con más de 250.000 habitantes son en orden creciente las siguientes:

1. La Ciudad de México .
2. Guadalajara
3. Monterrey
4. Ciudad Juárez
5. Puebla
6. Tijuana

7. Tampico - Cd. Madero
8. Mexicali
9. León

Ahora bien ¿cómo se refleja el deseo de tener la industria descentralizada? Se refleja en la actitud de la Secretaría de Industria y Comercio con la participación de industriales, Estado y autoridades locales para localizar y definir zonas industriales a través del país (Parques Industriales), en la promoción de una mayor dispersión geográfica de la pequeña y mediana industria a través de proporcionarles financiamiento para compañías localizadas fuera de las áreas industriales sobrepobladas, autorización de liberación de impuestos de maquinaria y materias primas para facilitar la exportación de artículos manufacturados desde la zona fronteriza norte del país.

Todas estas ventajas tenemos que sopesarlas contra la lejanía al mercado metropolitano de la Ciudad de México. Asimismo podemos tener ciertos márgenes adicionales al comparar un estado con otro, y tal vez una mayor facilidad para comunicarse con las autoridades locales. Pero lo que es más importante, los industriales están obligados a considerar otras ciudades fuera del valle de México y a aprender las ventajas y desventajas locacionales en detalle.

El cambiante panorama respecto a factores de localización para una industria dada está ampliamente demostrada en México. De muchos de los factores de localización que son considerados en países económicamente avanzados, el único que ha venido demostrando mayor influencia en México ha sido el acceso a la situación del mercado. Si

tomamos en cuenta el avance económico de México en las tres últimas décadas, la relativa importancia de este factor de localización ha cambiado y por ésto el mercado no puede ser ya considerado como factor dominante como lo fue en otras ocasiones. De tal manera que una decisión de localización debe ser considerada ahora más compleja que antes y la lista de factores de localización que deben ser utilizados se está aproximando rápidamente a los típicamente usados en los Estados Unidos.

Como una manera general de actuar en un nuevo proyecto de una planta industrial se debe pensar en factores especiales de localización que requiera la planta en estudio, tales como: la necesidad de cantidades considerables de una materia prima básica, o el acceso a un mercado limitado o la necesidad de mano de obra especializada, etc., de otra manera deberemos analizar más detenidamente la variedad más extensa de factores usuales de localización, como sigue :

1. Mercado
2. Materias primas
3. Terreno y edificios (instalaciones)
4. Mano de obra (directa y especializada)
5. Servicios (Disponibilidad y costos)
6. Control de agua y contaminación atmosférica (ecología)
7. Comunicaciones y Transportes (infraestructura)
8. Incentivos
9. Zonas industriales (descentralización)

b). LOCALIDADES CONSIDERADAS PARA EL ANALISIS.

Se propone como una solución a este problema que la planta sea localizada en Guadalajara ya que actualmente una de las firmas más viables para la producción del MDE (poseedora de la tecnología) cuenta con instalaciones industriales en esa zona geográfica; en dicha planta se cuenta con los servicios necesarios tales como agua, vapor, electricidad, mano de obra, asistencia técnica, servicios administrativos, etc., todo esto simplifica grandemente la realización del proyecto ya que los costos de inversión se verán reducidos notablemente.

Otra opción que se debe considerar en el presente análisis es el Puerto de Tampico, en donde también se puede disponer de los servicios anotados para la alternativa anterior pues existe otra planta -- industrial conectada con dicha firma mencionada en el párrafo anterior.

Como tercera alternativa, se propone que la empresa que -- finalmente elabore el MALATHION en México piense en integrar su proceso fabricando también el MDE en donde esté localizada su planta, Montrose en Salamanca y Guanos y Fertilizantes.

En las dos primeras opciones se han considerado como factores especiales la disponibilidad de instalaciones, mano de obra, servicios, etc., es decir, prácticamente en estas dos primeras soluciones se comprenden todos los factores usuales quedando únicamente por analizar la situación del mercado para el producto en cuestión, la cual depende de la ubicación que tenga el futuro fabricante de MALATHION, que por los permisos petroquímicos otorgados puede ser repetimos, MONTROSE (Salamanca, Gto.) o GUANOS Y FERTILIZANTES (Salamanca).

Otro factor de importancia es el de las materias primas ya

que actualmente dejó de importarse el anhídrido maléico en virtud de -- que la empresa Derivados Maléicos, S. A. lo está fabricando ya en nuestro país y cuya planta está localizada en la carretera México - Puebla.

Realmente la tercera alternativa se antoja como la ideal - en virtud de que como se anotó en el Capítulo IV, el mercado del MDE -- está enfocado a la fabricación de otro producto por lo que lo más recomendable, previo estudio económico, resulta que esta materia prima se fabrique como parte integral de la del producto principal.

En el inciso siguiente se elabora un resumen con el análisis de los factores determinantes considerados en la presente selección.

c). ANALISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES.

Antes de analizar cada entidad en función de los factores de localización industrial más significativos, es conveniente clasificar cada uno de ellos de acuerdo a la influencia económica que pueden tener en el presupuesto del proyecto, ya que algunos factores son cuantificables, otros son intangibles y es necesario, para evaluarlos o reconocerlos, enfocarlos en forma distinta.

TABLA VI - 1

ANALISIS DE FACTORES

FACTORES	C A L I F I C A C I O N		
	GUADALAJARA	TAMPICO	SALAMANCA
Mercado	8*	6	10*
Mat. Primas	7	6	9
Terr. y Edif.	7	6	9
Mano de Obra	10	10	10
Servicios	10	8	10
Ecología	9	7	7
Comunicaciones	8	6	10
Incentivos	7	8	6
Descentraliz.	10	10	10
T O T A L E S :	76	67	81

* Si el MALATHION se fabricara en Guadalajara en vez de Salamanca, este factor sería calificado con 10 puntos, y la calificación de Salamanca bajaría a cero. Cabe hacerse notar que la puntuación es totalmente arbitraria con objeto de dar solamente una idea.

CAPITULO VII. CALCULO DEL EQUIPO

a). BASES DE CALCULO:

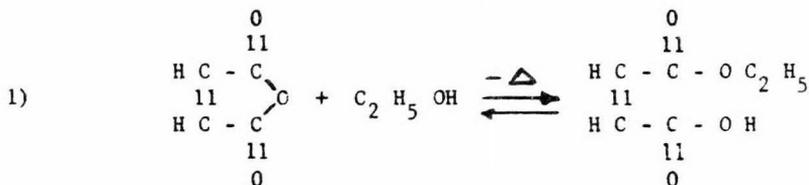
Con base en los datos y resultados detallados en el Cap. - IV inciso A, el diseño del equipo necesario de proceso se hará en función de la máxima capacidad de planta requerida, es decir, 800 tons. de producción por año de maleato de dietilo para la fabricación de Malathion, más un 5% estimado para otras aplicaciones mencionadas anteriormente.

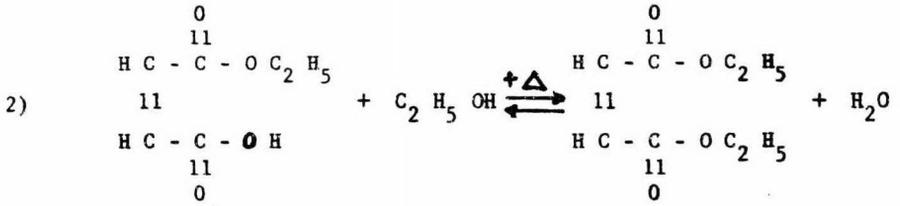
Capacidad máxima total requerida = 840 tons/año

ANALISIS ESTEQUIOMETRICO.

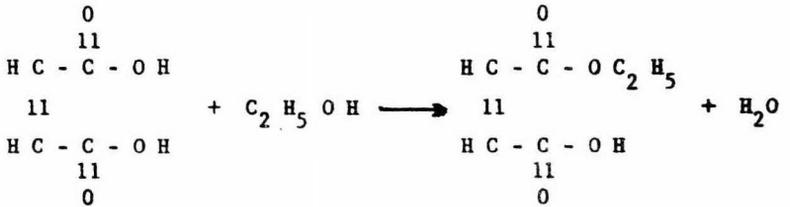
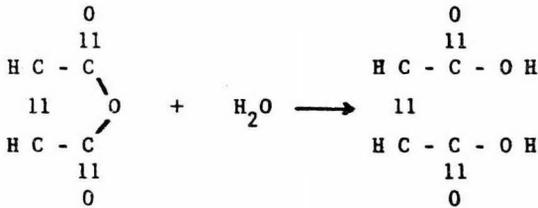
En nuestro sistema consideraremos para fines de cálculo -- rendimientos del orden de 95% aunque en la práctica es posible obtenerlos de 96 - 97%.

REACCIONES DEL PROCESO.

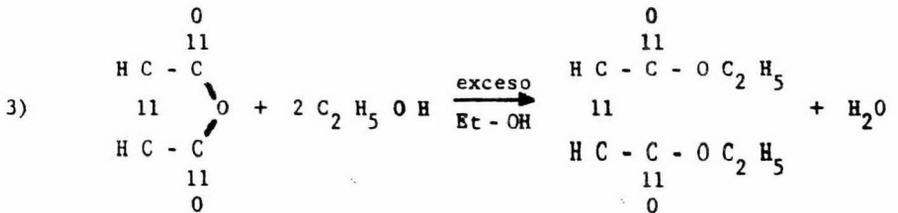




REACCIONES SECUNDARIAS:



REACCION GLOBAL:



DETERMINACION DE CONSUMOS DE MATERIAS PRIMAS

A lo largo del capítulo anterior varias veces nos referimos también al tolueno como vehículo para la eliminación de agua de la mezcla reaccionante, sólo que por las propiedades de las mezclas azeotrópicas observamos que el benceno podría resultar más eficaz (56); ver Tabla 7-1.

TABLA 7-1.

DATOS COMPARATIVOS DE LAS MEZCLAS AZEOTROPICAS

COMPONENTES		A Z E O T R O P O S						
Compuestos	p e ° C	p e ° C	% Composición			Volumen Relativo de las capas	G. Sp. del azeó tropo en las capas	
			En Azeótropo	Capa Ligera	Capa Pésada			
A Benceno	80.1		74.1	86.0	4.8	L	85.5	0.866
B Etanol	78.5	64.9	18.5	12.7	52.1			
C Agua	100.0		7.4	1.3	43.1	P	14.5	0.892
A Tolueno	110.6		51.0	81.3	24.5	L	46.5	0.859
B Etanol	78.5	74.4	37.0	15.6	54.8			
C Agua	100.0		12.0	3.1	20.7	P	53.5	0.855

Asimismo, al hablar de catalizadores efectivos y convenientes para la reacción mencionamos al ácido bencensulfónico, al igual que

el p-toluensulfónico, de los cuales nos inclinamos por el segundo por ser más comercial, ya que la efectividad en la reacción es prácticamente la misma con cualquiera de ellos; en la literatura se recomiendan -- indistintamente.

$$p m (\text{anh. maléico}) = 98$$

$$p m (\text{alcohol etílico}) = 46$$

$$p m (\text{maleato dietilo}) = 172$$

$$p m (\text{agua}) = 18$$

Los cálculos de consumos los basaremos en nuestra reacción global representada con la ecuación tres,

Consumo de anhídrido maléico:

$$\frac{98}{172} \times \frac{840 \text{ tons/año}}{0.95} = 500 \text{ Tons/año}$$

Consumo de Alcohol etílico:

$$1). \quad \frac{2 \times 46}{172} \times \frac{840}{0.95} = 470 \text{ Tons/año}$$

o de otra forma:

$$2). \quad \frac{92}{98} \times 500 = 470 \text{ Tons/año}$$

Según nuestro proceso consideramos dos moles de exceso; o-

sea: (57)

$$470 \times 2 = 940 \text{ Tons/año.}$$

De esta cantidad en exceso (470 Tons/año) podrá recuperarse el etanol empleándose en batchs posteriores.

Consumo de Benceno:

De acuerdo al proceso emplearemos el equivalente a un tercio en peso del alcohol etílico necesario. (57)

$$\frac{940}{3} = 313 \text{ Tons/año}$$

Al igual que el etanol podremos recuperar el benceno y emplearlo en batchs posteriores.

Consumo de Catalizador:

Equivalente al 0.3% del anhídrido maléico necesario. (57)

$$500 \times 0.003 = 1.5 \text{ Tons/año.}$$

Consumo de carbonato de sodio: (58)

Acidez residual = 2%

$$\text{La cantidad de ácido a neutralizar} = \frac{840}{0.95} \times 0.02$$

$$885 \times 0.02 = 17.7 \text{ Tons/año como maleato monoetilico}$$

Emplearemos una solución de carbonato de sodio al 5%, esto es 50 g. de sal en un litro de solución.

$$\text{peso equivalente del Na}_2\text{CO}_3 = \frac{106}{2} = 53 \text{ g/eq.}$$

$$\frac{50}{53} = 0.943 \text{ eq./l.} = \text{Normalidad}$$

$$\text{peso equivalente del maleato monoetilico} = \frac{144}{1} = 144 \text{ g/eq.}$$

$$\frac{17.7}{144} \times 10^6 = 0.123 \times 10^6 \text{ eq./año ácido por neutralizar.}$$

El volumen de solución de Na_2CO_3 necesaria será:

$$V \text{ Na}_2\text{CO}_3 \times N \text{ Na}_2\text{CO}_3 = \text{eq. de ácido}$$

$$V = \frac{0.123 \times 10^6}{0.943} = 0.1305 \times 10^6 \text{ l/año}$$

Por lo que:

$$130,500 \text{ l/año} \times 0.05 \text{ Kg/l} = 6,525 \text{ Kgs/año} = 6.525 \text{ Tons/año.}$$

Consumo de hidroquinona:

Según el proceso emplearemos entre 500 y 1,000 ppm. (57) o sea aprox. 750 ppm. = 750 mg/l.

$$\text{densidad DEM} = 1.065 \text{ g/ml.}$$

$$\frac{840 \times 10^3}{1.065} \frac{\text{Kgs/año (MDE)}}{\text{Kgs/l. (MDE)}} = 790 \times 10^3 \frac{1}{\text{año}} \text{ (MDE)}$$

$$790 \times 10^3 \times 0.75 \times 10^{-3} = 600 \text{ Kgs/año}$$

- 2.- Reacción química.
- 3.- Destilación exceso de solventes
 - a) mismo equipo
 - b) equipo adicional
- 4.- Refinación
 - a) mismo equipo
 - b) equipo adicional
- 5.- Descarga y/o envase

Evidentemente cada paso requiere un tiempo determinado para efectuarse, que sumado según las alternativas de los pasos 3 y 4 -- nos da la duración total del batch.

De los puntos anteriores, el segundo es el que prácticamente nos determina la duración del batch dada la lentitud con que se desarrolla la reacción.

Con objeto de medir ciertas variables que afectan nuestra reacción así como para determinar el tiempo de duración de la misma, -- se llevó al cabo un experimento en el laboratorio; la reacción se efectuó en la ciudad de México a una presión de 777 milibares o 582 mm Hg.

El esquema del aparato empleado se muestra en la Figura -- 7-1, y las observaciones y resultados del experimento se comentan a -- continuación:

Las cantidades empleadas de materias primas se calcularon de acuerdo al tamaño y capacidad del aparato.

Reactivos empleados:

anhídrido maléico	=	167 g.	
alcohol etílico 96%	=	314 g.	= 385 ml.

Benceno	=	177 g.	=	200 ml.
Rendimiento	=	270 g. MDE	=	93%

Observaciones del proceso en el laboratorio:

- 1.- Carga del benceno; $t_1 = 22^\circ\text{C}$.
- 2.- Carga del anhídrido maléico, disolución parcial y descenso de la temperatura $t_2 = 17^\circ\text{C}$.
- 3.- Adición de etanol con agitación sin aplicación de calor; - disolución total del anh. y aumento de temperatura a 23°C .
- 4.- Adición del catalizador; continúa aumento de la temperatura hasta 31°C .; incremento = 14°C .

Tiempo pasos 1 a 4 = 1 h.

- 5.- Se inicia aplicación de calentamiento externo muestreando a intervalos regulares de una hora para determinar la acidez. Ver tabla 7-3 y figura 7-2 sobre el curso de la reacción.
- 6.- Se estabiliza la temperatura de reacción en 62°C después de dos horas de iniciado el calentamiento; al igual, la temperatura de condensación de la mezcla ternaria en 58°C , en este momento se observa la separación de fases en el condensado.
- 7.- Al final de la reacción (40 horas) se suspende el flujo para destilar el exceso de alcohol y el benceno. Se obtuvieron en total 71 g. de fase acuosa. La temperatura de ebullición se estabilizó nuevamente en $63 - 64^\circ\text{C}$ hasta completar 255 g. de destilado; se observa otro ascenso en

la temperatura hasta 70°C para destilar 40 g. más.

- 8.- Finalmente se neutraliza, se lava con agua destilada y se destila a 213°C.

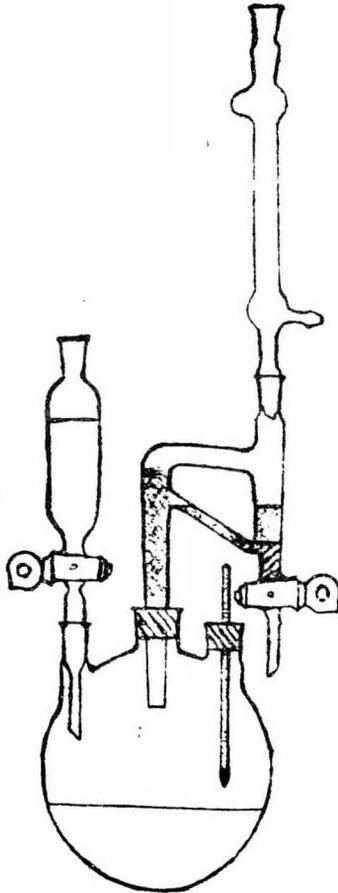


FIGURA 7-1.

TABLA 7-3

DATOS OBTENIDOS DE ACIDEZ VS. TIEMPO

horas	peso muestra 1 ml mezcla	cc Na OH 0.1 N $f = 0.9954$	% acidez
0	0.9178	35.3	55.0
1	0.9178	33.7	52.5
2	0.9200	33.0	51.1
3	0.9200	30.6	47.5
4	0.9200	29.8	46.4
5	0.9200	28.0	43.5
6	0.9200	26.4	41.0
7	0.9200	25.7	40.0
8	0.9200	24.2	37.5
9	0.9200	23.0	35.5
10	0.9200	21.5	33.4
11	0.9200	21.1	32.6
12	0.9200	19.0	29.5
13	0.9200	18.9	29.3
14	0.9200	17.0	26.4
15	0.9200	16.1	25.0
17	0.9230	14.7	22.7
19	0.9230	12.3	19.0
21	0.9230	10.7	16.5
23	0.9230	9.5	14.7
25	0.9230	8.1	12.5
26	0.9230	7.8	12.0
27	0.9230	6.8	10.5
29	0.9230	5.6	8.6
31	0.9230	4.9	7.5
33	0.9230	3.9	6.0

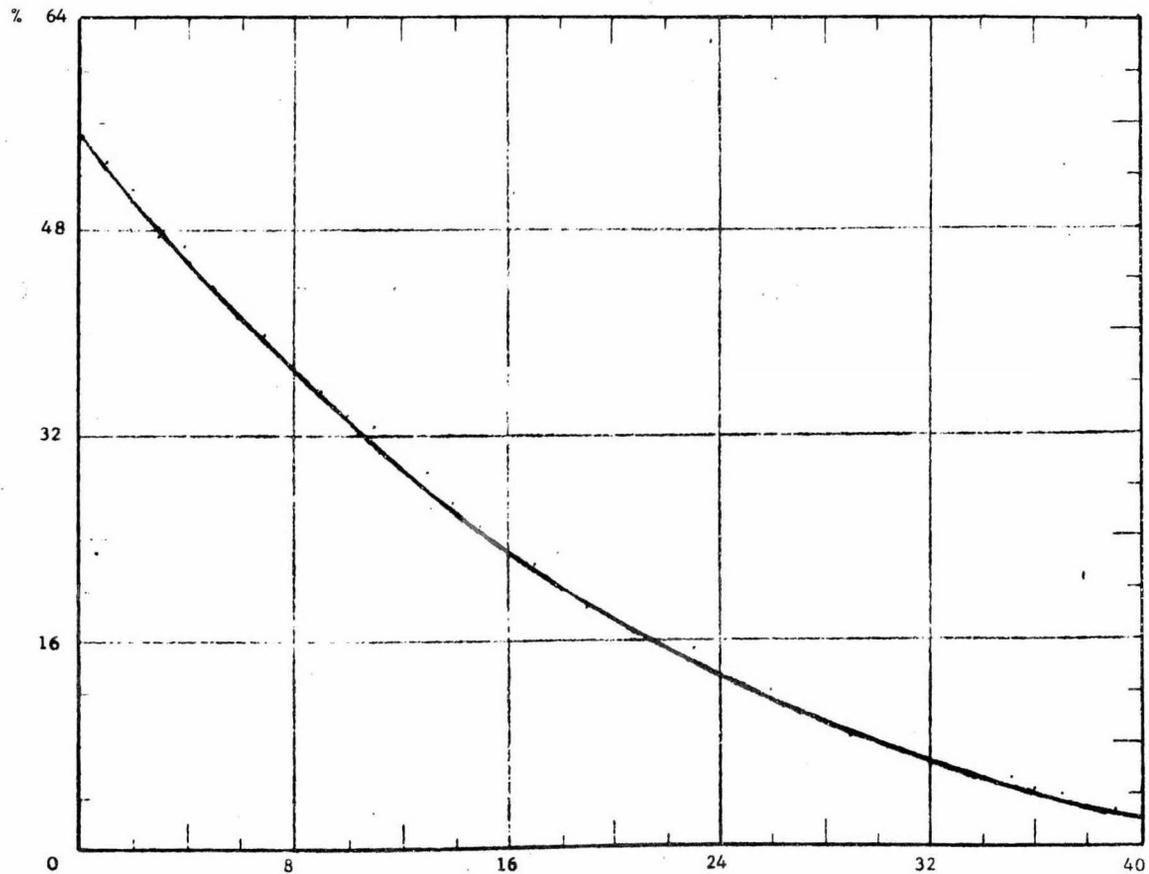
horas	peso muestra l ml. mezcla	cc Na OH 0.1 N = 0.9954	% acidez
35	0.9230	3.4	5.2
36	0.9230	2.9	4.5
37	0.9230	2.6	4.0
38	0.9230	2.1	3.2
39	0.9230	1.9	3.0
40	0.9230	1.6	2.4

FORMULA:

$$\frac{m \text{ eq.} \times \text{cm}^3 \times N}{p} \times 100 = \%$$

FIGURA 7-2.

CURVA DE LA REACCION: % ACIDEZ VS. TIEMPO



Prácticamente hemos comprobado que la reacción química - - tiene una duración de 40 h., se trata de un proceso lento por lo que se recomienda que la etapa de refinación, desde la evaporación del exceso de reactivos, se efectúe en otro equipo a fin de poder aprovechar al -- máximo la unidad de reacción.

Los tamaños de lote de fabricación van a variar hasta al-- canzar el nivel de capacidad máxima y los podemos determinar a partir - de la demanda esperada durante 1970 - 1975 según Fig. 4-4.

TABLA 7-4

TAMAÑOS DE LOTE POR PERIODOS

DEMANDA MALATHION	AÑO	FACTORES	DEMANDA MDE	TAMAÑO Tons.	BATCH lb.
450 tons.	1970	172	250 tons.	1.375	3,020
800 tons.	1975	$\frac{172}{0.95 \times 330} = 0.55$	440 tons.	2.420	5,310
1,100 tons.	1980	365 = 182 lotes	600 tons.	3.300	7,250
1,450 tons.	1985	$\frac{365}{2}$ año	840 tons.	4.620	10,150

Para lo anterior se consideró que la producción es conti-- nua en virtud de la lentitud con que se desarrolla la reacción.

A continuación se hace un análisis del tiempo empleado - - por batch según los pasos necesarios ya mencionados y las cantidades de materias primas usadas.

TABLA 7-5

CONSUMOS DE MATERIAS PRIMAS
POR BATCH A CAPACIDAD MAXIMA
DE PRODUCCION

PRODUCTO	Kg./lote	lb./lote
anhídrido maléico	2,750	6,050
alcohol etílico 96%	5,175	11,400
benceno	1,720	3,780
Ac. p-toluensulfónico	8	18
Carbonato de sodio	36	80
hidroquinona	3	7

El análisis de tiempo se hará empleando los standards re--
lacionados a continuación, obtenidos en procesos para la fabricación de
productos similares:

TABLA 7-6

STANDARDS DE TIEMPO

O p e r a c i ó n	Unidad	Tiempo
Abrir reactor	vez	1 min.
Cerrar reactor	vez	2 min.
Abrir vacío	vez	1 min.
Cerrar vacío	vez	0.5 min.
Succión liq.	Kg.	0.05 min.
Abrir sacos	50 Kg.	0.3 min.
Cargar sacos	pza.	0.3 min.
Carga de líquidos por bombeo	175 l.	1 min.
Descarga MDE por bombeo	175 l.	1 min.

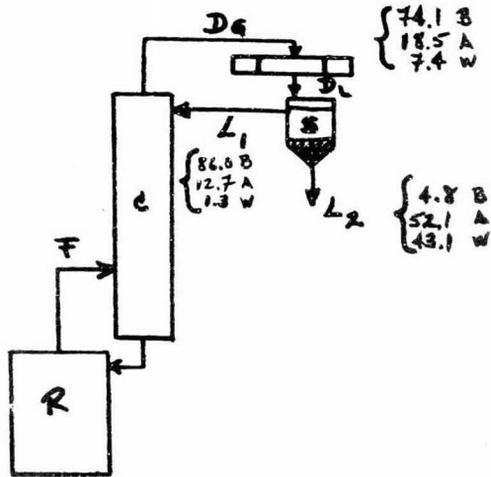
Aplicando estos datos al proceso:

Carga benceno 1,720 Kg.	10 mins.
Carga anh. maléico 2,750 Kg.	35 mins.
Carga alcohol etílico 5,175 Kg.	30 mins.
1.- Carga de reactivos	75 mins.
2.- Reacción química	2,400 mins.
3.- Bombeo a destilación 8,500 l.	50 mins.
	<u>2,525 mins.</u>

4.- Allowance por imprevistos 10 - 15%

Duración del batch = 48 hs.

b). BALANCE DE MATERIALES.



De acuerdo a nuestra reacción global 3) hacemos un balance de agua:

$$\frac{18}{172} \times \frac{840}{0.95} = 92.6 \text{ tons./año} = 92.6 \times 10^3 \text{ Kgs./año}$$

$$92.6 \times 10^3 \frac{\text{ton}}{\text{año}} \times \frac{1}{182 \frac{\text{batches}}{\text{año}}} = 508 \frac{\text{Kgs.}}{\text{batch}} = 1,120 \frac{\text{lbs.}}{\text{batch}}$$

$$\text{Agua del alcohol alimentado} = 217 \frac{\text{Kgs.}}{\text{batch}} = 476 \frac{\text{lbs.}}{\text{batch}}$$

$$\text{Es necesario separar} \quad 725 \frac{\text{Kgs.}}{\text{batch}} = 1,596 \frac{\text{lbs.}}{\text{batch}}$$

Haciendo un balance de agua en el separador determinamos -
las corrientes D, L₁ y L₂.

$$L_2 = \frac{725}{0.431} = 1,700 \frac{\text{Kgs.}}{\text{batch}} = 3,750 \frac{\text{lbs.}}{\text{batch}} = 78 \frac{\text{lbs.}}{\text{h}}$$

Según Tabla 7-1 $f_{L_2} = 0.892$

$$\frac{1,700}{0.892} = 1,900 \text{ l./batch}$$

1) $D = L_1 + L_2 = L_1 + 1,700$

2) $0.074 D = 0.013 L_1 + 725$

De 1 en 2 :

$$0.074 (L_1 + 1,700) = 0.013 L_1 + 725$$

$$0.074 L_1 + 124.5 = 0.013 L_1 + 725$$

$$(0.074 - 0.013) L_1 = 725.0 - 124.5$$

$$0.061 L_1 = 600.5 \quad \therefore \quad L_1 = \frac{600.5}{0.061}$$

$$L_1 = 9,900 \frac{\text{Kgs.}}{\text{batch}} = 21,800 \frac{\text{lbs.}}{\text{batch}} = 455 \frac{\text{lbs.}}{\text{h}}$$

$$f_{L_1} = 0.866 \quad \therefore \quad \frac{9,900}{0.866} = 11,450 \frac{1.}{\text{batch}}$$

$$D = 9,900 + 1,700 = 11,600 \frac{\text{Kgs.}}{\text{batch}} = 25,500 \frac{\text{lbs.}}{\text{batch}}$$

$$D = 530 \frac{\text{lbs.}}{\text{h}}$$

$$f_D = (0.855 \times 0.866) + (0.145 \times 0.892) = 0.74 + 0.13 = 0.87$$

$$\frac{11,580}{0.87} = 13,300 \frac{1.}{\text{batch}}$$

$$D = 11,600 \text{ Kgs/batch} = 13,350 \text{ 1./batch}$$

$$L_1 = 9,900 \text{ Kgs/batch} = 11,450 \text{ 1./batch}$$

$$L_2 = 1,700 \text{ Kgs/batch} = 1,900 \text{ 1/ batch}$$

c). CALCULO DE LAS PIEZAS DE EQUIPO PRINCIPALES.

Debido a la duración de los batchs se recomienda disponer de dos unidades para el proceso. la primera será la de reacción y la -- segunda de refinación; lo anterior tiene como fundamento que la reac-

ción es muy lenta y al llegar a niveles de producción del orden de 600-tons/año o sea 3,300 Kgs/batch el equipo de reacción ya no será suficiente para refinar también.

Reactor.

$$\text{Volumen benceno} = \frac{1,720 \text{ Kgs.}}{0.88} = 1,960 \text{ l.}$$

Aumento de volumen por adición de anhídrido maléico cuya disolución es parcial (dato práctico) = 1,960 l.

$$\text{Volumen de alcohol etílico} = \frac{6,350 \text{ l.}}{10,270 \text{ l.}}$$

$$\text{Volumen total para max. cap.} = 2,700 \text{ gal.}$$

Dado que la reacción no es violenta y la temperatura de ebullición de la mezcla reaccionante es baja, se considera que un 25% adicional del volumen calculado es suficiente como cámara de reacción.

TABLA 7-7

VOLUMENES DEL REACTOR NECESARIO POR PERIODOS

AÑO	TAMAÑO DE REACTOR	
	litros	galones
1970	3,800	1,000
1975	6,700	1,800
1980	9,100	2,400
1985	12,800	3,400

Columna de Destilación.

Como ya se habló, existe la posibilidad de que la planta - se localice en la ciudad de Guadalajara, Jal., o al nivel del mar en -- Tampico, Tamps.; si fuese en Salamanca se toma el valor de Guadalajara:

TABLA 7-8

PRESION ATMOSFERICA

Localidad	milibares	mm Hg.
Cd. México	777.0	582
Guadalajara	846.5	635
Tampico	1,013.3	760

Factor de conversión:

$$\frac{0.9869 \text{ atm}}{\text{bar}} \times 760 \frac{\text{mm Hg.}}{\text{atm}} = 750 \text{ mm Hg./bar}$$

Considerando el sistema en cuestión como un sistema ideal- se van a estimar enseguida las temperaturas de alimentación a la colum- na basándonos en la ley de Raoult aplicando la curva de reacción Fig. - 7-2, así como la Tabla 7-9 de presiones de vapor. (56) (59) (60)

TABLA 7-9

PRESIONES DE VAPOR DE LOS COMPONENTES
DEL SISTEMA EN mm Hg.

t °C	MDE	Agua	Etanol	Benceno
60	1.0	149.4	350.2	390.1
70	2.8	233.7	541.1	547.4
80	4.1	355.1	812.9	753.6
90	6.5	525.8	1,187.0	1,016.1

Concentraciones del sistema reaccionante y alimentación:

$$\text{Ley de Raoult : } y_A = \frac{P_A^\circ}{P_T} x_A \quad (61)$$

1a. etapa reacción a monoéster, composición inicial:

Benceno carga inicial = 1,720 Kgs.

(Alcohol inic. - alcohol de reacc.)
100% = 4,958 Kgs. - 1,240 Kgs. = 3,718 Kgs.

Agua del alcohol = 217 Kgs.

Maleato monoetilico = 3,875 Kgs.

Maleato dietilo = 0

Acidez = 55 %

B.-	1,720	18.0 %
A.-	3,718	39.0 %
W.-	217	2.3 %
ME.-	3,875	40.7 %
MDE.-	0	-
	<hr/>	<hr/>
	9,530	100.0 %

2a. etapa reacción a diester, composición al inicio de la separación de capas en el destilado:

Según Fig. 7-2:

Tiempo transcurrido: 3 horas

Acidez : 48% . . .

Avance de la reacción: $(1 - 48) \times 100 = 12.7 \%$
55

B.-	1,720		18.0 %
A.-	3,718	- (1,240 X 0.127) =	3,559 37.3 %
W.-	217	+ (508 X 0.127) =	282 3.0 %
ME.-	3,875	- (3,875 X 0.127) =	3,381 35.5 %
MDE.-	0	+ (4,620 X 0.127) =	587 6.2 %
			<hr/>
			9,530 100.0 %

Calculando fracciones mol del sistema para este periodo:

$$\eta_B = \frac{1,720}{78} = 22.0 \quad x_B = 0.155$$

$$\eta_A = \frac{3,559}{46} = 77.5 \quad x_A = 0.545$$

$$\eta_W = \frac{282}{18} = 15.7 \quad x_W = 0.110$$

$$\eta_{ME} = \frac{3,381}{144} = 23.5 \quad x_{ME} = 0.166$$

$$\eta_{MDE} = \frac{587}{172} = \frac{3.4}{142.1} \quad x_{MDE} = \frac{0.024}{1.000}$$

En virtud de no contar con presiones de vapor para el monoester consideramos para fines de cálculo las mismas constantes del diester.

Aplicando los valores incluidos en las Tablas 7-8 y 7-9, en la ecuación de Raoult obtenemos con ellos por tanteos los valores aproximados de temperaturas de alimentación para cada una de las ciudades consideradas.

Haciendo los cálculos observamos que las fracciones mol del monoester y diester que va en el vapor de alimentación es despreciable, del orden de 0.09% por lo que vamos a considerar el sistema como si fuese un sistema ternario puro etanol - benceno - agua.

Por otra parte, de acuerdo a la Tabla 7-10, observamos que la temperatura del vapor de alimentación calculada no coincide con el valor práctico observado en el laboratorio por lo que el comportamiento

del sistema se desvía del ideal.

$$\begin{array}{ll}
 n_B = 22.0 & x_B = 0.191 \\
 n_A = 77.5 & x_A = 0.673 \\
 n_W = \underline{15.7} & x_W = \underline{0.136} \\
 n_T = 115.2 & 1.000
 \end{array}$$

TABLA 7-10

FRACCIONES MOL Y TEMPERATURAS CALCULADAS
DEL VAPOR DE ALIMENTACION

$y = \frac{P^\circ}{P_T} x$	y MEX. 73.5°C	y GUAD. 75.4°C	y TAMP. 81°C
y_B	0.202	0.198	0.195
y_A	0.736	0.742	0.756
y_W	0.062	0.060	0.049

TABLA 7-11

COMPOSICIONES CALCULADAS EN PESO
DEL VAPOR DE ALIMENTACION

y ALIM.	% W MEX.	% W GUAD.	% W TAMP.
y_B	31	30	30
y_A	67	68	68
y_W	2	2	2

Observando la Fig. 7-3 que corresponde al diagrama de fases para el sistema ternario alcohol - benceno - agua, vemos que el punto "G" de la figura no está muy alejado del correspondiente a nuestros primeros vapores de alimentación. El punto "G" representa la composición de la alimentación para un sistema ternario puro (62) aprox. 34% - benceno, 63% alcohol y 3% agua.

El punto "E" nos indica la composición del vapor que sale en la parte superior de la columna y que corresponde al de la mezcla azeotrópica ternaria de nuestro estudio.

En vista de que las composiciones calculadas para las tres ciudades en cuestión tienen muy poca variación, basaremos los cálculos más adelante, considerando $P_T = 635$ mm Hg. (GUADALAJARA).

A continuación calculamos el valor de $\frac{x_B}{x_A + x_B}$ para la alimentación:

Este valor lo graficamos en la curva de equilibrio de nuestro sistema Fig. 7-5 (60), ver familia de curvas en la Fig. 7-4.

Localización del plato de alimentación:

$$y_B = x_B = 0.198$$

$$y_A = x_A = 0.742$$

$$y_W = x_W = 0.060 \quad \therefore \frac{x_B}{x_A + x_B} = \frac{0.198}{0.742 + 0.198} = \frac{0.198}{0.940} = 0.211$$

Graficando en la Figura 7-5 podemos trazar las líneas de operación.

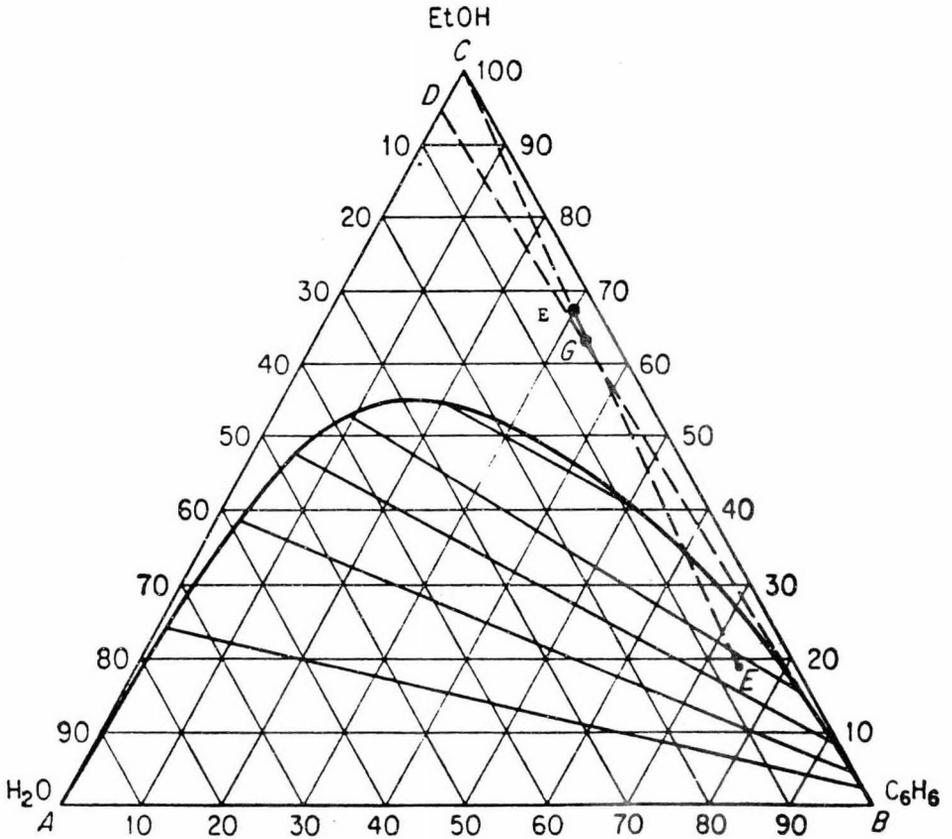
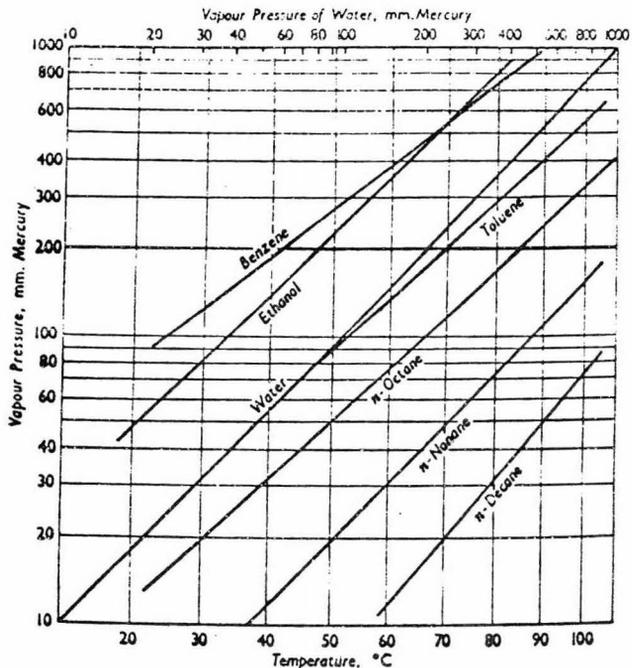


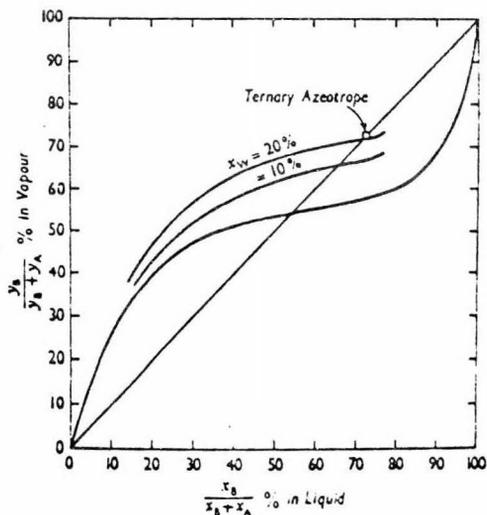
FIGURA 7-3

Diagrama de equilibrio de fases para el Sistema

Benceno - Etanol - Agua (62)



Cox chart for relation between vapour pressure and temperature.



Vapour-liquid equilibria for the benzene-ethanol-water system.

Concentraciones destilado:

$$\begin{array}{rcl}
 W_B = 74.1\% & n_B = 0.95 & y_B = x_B = 0.540 \\
 W_A = 18.5\% & n_A = 0.40 & y_A = x_A = 0.227 \\
 W_W = \frac{7.4\%}{100.0\%} & n_W = \frac{0.41}{1.76} & y_W = x_W = \frac{0.233}{1.000}
 \end{array}$$

Calculando el valor de $\frac{x_B}{x_A + x_B}$

$$\frac{0.540}{0.227 + 0.540} = \frac{0.540}{0.767} = 0.705$$

Observamos en la Fig. 7-5 que el valor obtenido corresponde al punto del azeótropo en la curva de equilibrio.

Se supone que en la ciudad de Guadalajara trabajando a 635 mm Hg., la temperatura de los vapores en la parte superior de la columna será menor a 64.9°C e igual a 60°C según la relación siguiente:

México, D. F.	-	582 mm Hg.	-	58°C	(dato práctico)
Guadalajara	-	635 mm Hg.	-	60°C	(calculado)
nivel del mar	-	760 mm Hg.	-	64.9°C	(tabla 7-1)

Temperatura alimentación a la columna:

Temp. calc. para México	=	73.5°C
Temp. obs. en el Lab.	=	<u>62.0°C</u>
Diferencia:		11.5°C

Variaciones entre las temperaturas teóricas calculadas y -
los datos prácticos obtenidos en el laboratorio:

datos México, D. F.	Teórico	Laboratorio	Dif.
Temp. reacción	73.5 °C	62 °C	11.5 °C
Temp. condensación	69.5 °C	58 °C	11.5 °C
Tiempo de reacción	40 h	40 h	-
Temp. dest. exc. react. ₁	75.5 °C	64 °C	11.5 °C
Temp. dest. exc. react. ₂	81.5 °C	70 °C	11.5 °C

Aplicando las mismas diferencias:

datos Guadalajara, Jal.	Teórico	Laboratorio	Dif.
Temp. reacción	75.4 °C	63.9 °C	11.5 °C
Temp. condensación	71.4 °C	59.9 °C	11.5 °C
Tiempo de reacción	40 h	40 h	-
Temp. dest. exc. react. ₁	77.4 °C	65.9 °C	11.5 °C
Temp. dest. exc. react. ₂	83.4 °C	71.9 °C	11.5 °C

Línea de operación:

a). Relación de reflujo

$$R_D = \frac{L}{D} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{9,900 \text{ Kgs.}}{1,700 \text{ Kgs.}} = 5.90$$

$$y_{n+1} = \frac{R_D}{R_D + 1} x_n + \frac{x_D}{R_D + 1}$$

El valor de x_D lo obtenemos de la curva de equilibrio -- Fig. 7-5 considerando el 96% del valor teórico.

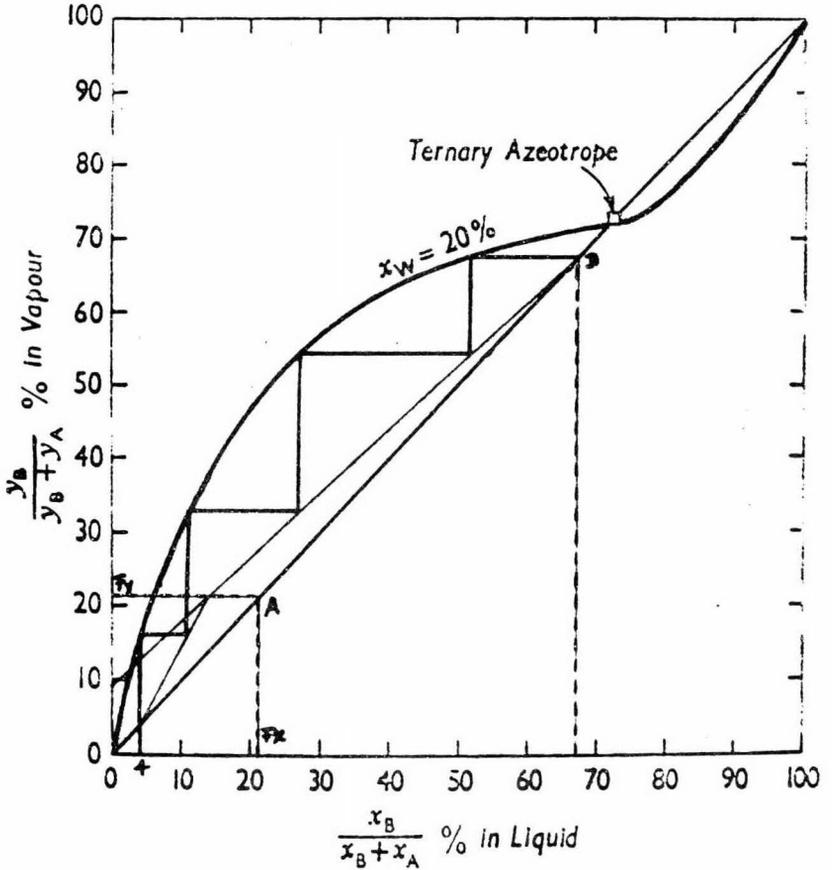
$$0.705 \times 0.96 = x_D$$

$$x_D = 0.677$$

$$y_{n+1} = \frac{5.90}{6.90} x_n + \frac{0.677}{6.90}$$

$$y = 0.855 x + 0.098 \quad (\text{ecuación línea operación})$$

- b). Se grafica la ordenada al origen y se traza la línea de -- operación para la zona de enriquecimiento.
- c). A continuación trazamos la línea de alimentación AF_y
- d). Se fija una concentración en la base de la columna y tra-- zamos la línea de operación para la zona de agotamiento.
- e). Enseguida se dibujan las etapas que requiere la columna en cuestión localizando así el plato de alimentación en la -- tercera etapa de un total de 4.



Vapour-liquid equilibria for the benzene-ethanol-water system.

FIGURA 7-5

Diametro de la columna (60) (61):

G = D = 11,600 Kgs.	peso molecular promedio
L = L ₁ = 9,900 Kgs.	B.- 0.741 X 78 = 57.79
	A.- 0.185 X 46 = 8.51
	W - 0.074 X 18 = 1.33
	67.63

$$d_G = \frac{67.63}{359} \times \frac{273}{273 + 60} \times \frac{635}{760} = 0.127 \frac{\text{lb.}}{\text{ft}^3}$$

$$d_L = 0.870 \times 62.3 = 54.0 \frac{\text{lb.}}{\text{ft}^3}$$

$$\frac{L}{G} \sqrt{\frac{d_G}{d_L}} = \frac{9,900}{11,600} \sqrt{\frac{0.127}{54.0}} = 0.84 \sqrt{0.00235}$$

$$\frac{L}{G} \sqrt{\frac{d_G}{d_L}} = 0.85 \sqrt{23.5 \times 10^{-2}} = 0.85 \times 0.485 = 0.0413$$

Aplicando este valor en la gráfica para valores de inundación en torres empacadas (60) (61), se obtiene:

Ver tabla 7-12 para valores de $\frac{a}{e^3}$

$$V_f^2 \times \frac{a}{e^3} \times \frac{1}{g} \left(\frac{d_G}{d_L} \right) \mu^{0.2} = 0.17 \quad \therefore \text{sustituyendo.}$$

$$V_f^2 = \frac{g \times d_L \times 0.17}{\frac{a}{e^3} \times d_G \times \mu^{0.2}} = \frac{32.2 \times 54 \times 0.17}{517 \times 0.127 \times (.390)^{0.2}}$$

$$\begin{aligned}
 M_B &= 0.35 \times 0.741 = 0.260 \\
 M_A &= 0.53 \times 0.185 = 0.098 \\
 M_W &= 0.43 \times 0.074 = 0.032 \\
 & \qquad \qquad \qquad \underline{\qquad \qquad \qquad} \\
 & \qquad \qquad \qquad 0.390
 \end{aligned}$$

Los valores de viscosidad se tomaron a 60°C (56).

$$V_f^2 = \frac{295}{65.5 \times 0.828} = \frac{295}{54.2} = 5.42 \frac{\text{ft}^2}{\text{Seg}^2}$$

$$V_f = \sqrt{5.42} = 2.33 \text{ ft/seg.}$$

TABLA 7-12

Anillos Porcelana	a/e ³ Empaque seco	en ft ² /ft ³ Empaque humedo	V _f (ES)	V _f (EM)
1/4 ¹¹	768	593	1.92	2.18
1/2 ¹¹	517	399	2.33	2.66
3/4 ¹¹	199	187	3.77	3.87
1.0	150	136	4.34	4.55
1 1/2	108	95	5.10	5.45
2.0	46	44	7.90	8.00

Para un diseño conservador se considera la velocidad máxima del vapor al 60% de la velocidad V_f de inundación (61) :

$$G = \text{flujo de vapor} = \frac{25,500 \text{ lbs.}}{40 \text{ h}} \times \frac{1}{0.127 \frac{\text{lbs.}}{\text{ft}^3}} \times \frac{1}{3,600 \frac{\text{seg}}{\text{h}}}$$

$$G = 1.38 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg.}}$$

$$V_{fD} = 2.33 \frac{\text{ft}}{\text{seg.}} \times 0.60 = 1.40 \frac{\text{ft.}}{\text{seg.}}$$

$$\text{Sección de la torre} = \frac{1.38}{1.40} = 0.985 \text{ ft}^2$$

$$A = \pi r^2 = \frac{D^2 \pi}{4} \therefore D^2 = \frac{4A}{\pi}$$

$$D^2 = \frac{4 \times 0.985}{3.1416} = \frac{3.93}{3.1416} = 1.25 \text{ ft}^2$$

$$D = \sqrt{1.250} = 1.10 \text{ ft.}$$

$$D = 1.0 \text{ ft.}$$

Altura de la columna:

Aplicando la ecuación siguiente y tanteando con alturas --

(60).

$$\text{HETP} = K_1 G^{K_2} D^{K_3} h^{K_3} \left(\frac{\alpha \mu}{d} \right) \therefore$$

$$K_1 = 8.53$$

$$K_2 = -0.24$$

$$K_3 = 1.24$$

$$G = \frac{\text{lb.}}{\text{h. ft}^2} \quad \text{flujo de vapor a través de la torre.}$$

$$D = \text{in} \quad \text{diametro de la torre}$$

$$h = \text{ft} \quad \text{altura empacada (supuesta)}$$

$$\alpha \quad \text{volatilidad relativa}$$

$$\mu = c^P \quad \text{viscosidad del líquido}$$

$$d = \text{g/cm}^3 \quad \text{densidad del líquido}$$

$$G = \frac{638}{0.985} = 650 \frac{\text{lbs.}}{\text{h. ft}^2}$$

$$\alpha \left[\begin{array}{l} 75^\circ\text{C} \\ 635 \end{array} \right] = \frac{P_A^\circ}{P_B^\circ} = \frac{677}{651} = 1.04$$

$$D = 12 \text{ in.}$$

$$h_s = 10 \text{ ft. (supuesta)}$$

$$\mu = 0.390 c^P.$$

$$d = 0.870 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{HETP} = 8.53 (650)^{-0.24} \times (12)^{1.24} \times 10^{1/3} \left(\frac{1.04 \times 0.390}{0.870} \right)$$

$$\text{HETP} = 8.53 \times 0.2113 \times 19.95 \times 2.15 \times 0.467$$

$$\text{HETP} = 36 \text{ in} = 3 \text{ ft.}$$

$$h_c = 3 \times 4 = 12 \text{ ft.}$$

Calculando según el método descrito en la Tabla 7-13, se muestran los resultados de los tanteos.

TABLA 7-13

TANTEOS PARA ALTURA DE LA COLUMNA

h. (supuesta)	HETP (calculada)	h (calculada)	diferencia
10 ft.	3.00 ft.	12 ft.	2 ft.
12 ft.	3.05 ft.	12 ft.	0
14 ft.	3.20 ft.	13 ft.	1 ft.

Concluyendo.- Es necesario disponer de una columna empacada con las siguientes dimensiones:

$$\text{diámetro} = 1 \text{ ft.}$$

$$\text{altura empacada} = 12 \text{ ft.}$$

Equipo de Refinación.

Una vez terminada la reacción se procede a destilar el exceso de reactivos benceno - etanol con el fin de poder refinar después el producto final. Para esta etapa como ya mencionamos, es conve-

niente aprovechar utilizando el equipo de reacción hasta que la demanda de producción anual ya no permita efectuar ambas operaciones con el mismo equipo; para esto debemos determinar el tiempo que será necesario para destilar los excesos y refinar el producto.

Una vez terminada la reacción tenemos las siguientes concentraciones teóricas en el sistema:

benceno	=	1,720 K - 82	=	1,638	- 50.7%
etanol	=	2,480 K - 887	=	1,593	- 49.3%
MDE	=	4,620 K - 0			
		8,820 K		969	3,231
					100.0%

n_B	=	21.0	x_B	=	37.8%
n_A	=	34.6	x_A	=	62.2%
		55.6			100.0%

Aplicando la ley de Raoult obtenemos la composición del vapor de alimentación:

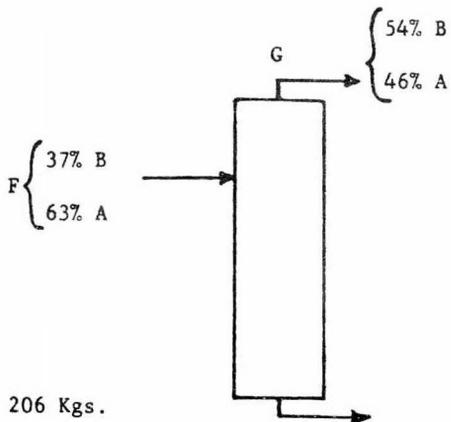
$$y_B]_{74^\circ C} = 0.37$$

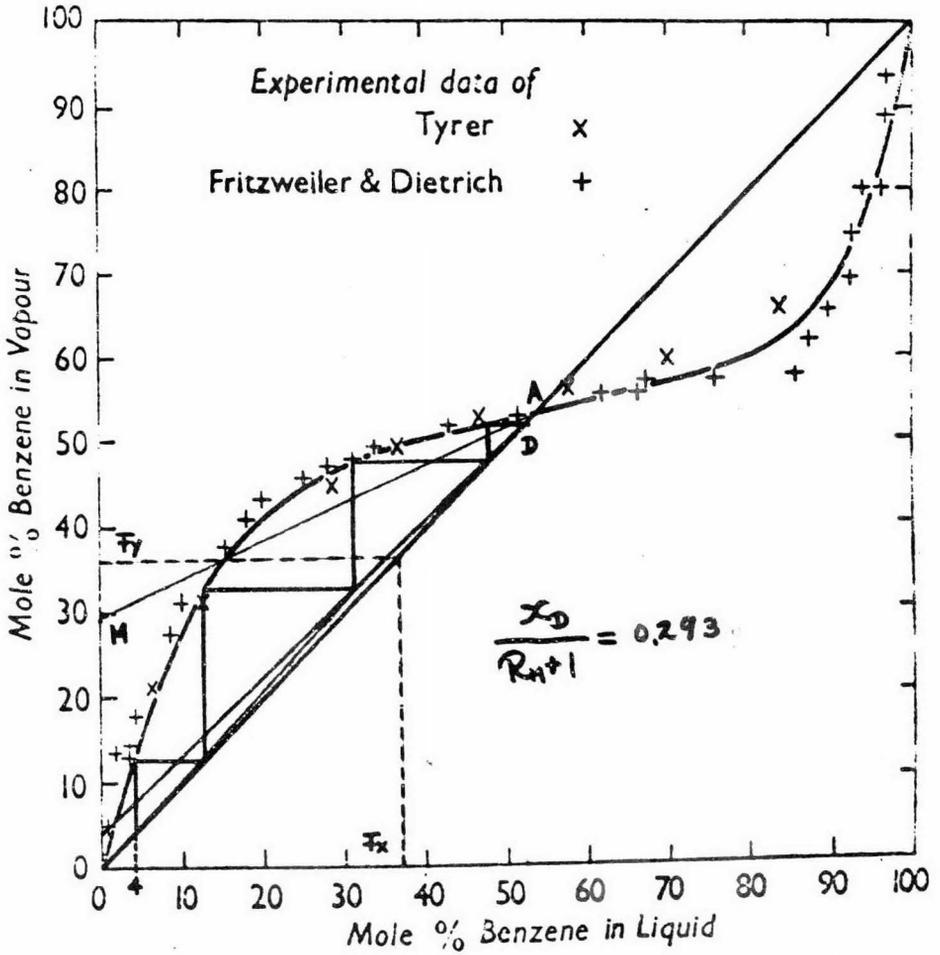
$$y_A]_{74^\circ C} = 0.63$$

$$\frac{1,638}{0.54} = 3,025 \text{ Kgs.}_B$$

$$\frac{1,593}{.46} = 3,450 \text{ Kgs.}_A$$

$$3,231 - 3,025 = 206 \text{ Kgs.}$$





Equilibrium diagram for the benzene-ethanol system.

FIGURA 7-6

Después de destilar todo el benceno 1,638 Kgs., aún nos quedaron 206 Kgs. de etanol por destilar.

Como vemos, se trata de otra mezcla azeotrópica benceno -- alcohol con punto de ebullición constante a 760 mm Hg. de 68.24°C.

La curva de equilibrio para este nuevo sistema se muestra en la Figura 7-6 encontrándose que la composición de la mezcla azeotrópica es de 54% mol de benceno y 46% mol de etanol.

Calculando gráficamente el valor de $\frac{x_D}{R_M + 1}$ podemos conocer el reflujo mínimo.

$$\frac{x_D}{R_M + 1} = 0.293$$

$$\frac{0.54}{R_M + 1} = 0.293 \quad \therefore \quad R_M + 1 = \frac{0.54}{0.293} = 1.84$$

$$R_M = 1.84 - 1.0 = 0.84$$

$$R_M = \frac{L}{D} = 0.84$$

$$G = L + D$$

$$B. - 0.54 \times 78 = 42.1$$

$$\text{(pm) prom.:} \quad A. - 0.46 \times 46 = 21.2$$

$$63.3$$

$$L = 0.84 D \quad \therefore \quad G = 0.84 D + D = 1.84 D$$

$$G = 1.84 \times 3,231 = 5,930 \text{ Kgs.}$$

$$L = 0.84 \times 3,231 = 2,710 \text{ Kgs.}$$

Calculando el valor de $\frac{L}{G} \sqrt{\frac{d_G}{d_L}}$ obtenemos el valor -
de inundación en la gráfica (60) (61).

$$d_G = \frac{63.3}{359} \times \frac{273}{273 + 64} \times \frac{635}{760} = 0.118 \frac{\text{lb.}}{\text{ft}^3}$$

$$d_L = .849 \times 62.3 = 53 \frac{\text{lb.}}{\text{ft}^3}$$

$$B. - 0.54 \times .879 = .474$$

$$A. - 0.46 \times .816 = .375$$

.849

$$\begin{aligned} \frac{L}{G} \sqrt{\frac{d_G}{d_L}} &= \frac{2,710}{5,930} \sqrt{\frac{0.118}{53}} = 0.455 \sqrt{2.23 \times 10^{-3}} \\ &= 0.455 \sqrt{22.3} \times 10^{-2} = 0.455 \times 4.72 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

$$\frac{L}{G} \sqrt{\frac{d_G}{d_L}} = 0.0215 \quad \text{este valor corresponde en la curva para}$$

valores de inundación a:

$$\frac{v_f^2 \left(\frac{a_p}{e^3} \right) d_G \mu_L^{0.2}}{g d_L} = 0.205$$

sustituyendo:

$$\begin{aligned} v_f^2 &= \frac{g \times d_L \times 0.205}{\frac{a}{e^3} \times d_G \times \mu^{0.2}} = \frac{32.2 \times 53 \times 0.205}{517 \times 0.118 \times (.433)^{0.2}} \end{aligned}$$

$$\mu_B = 0.35 \times .54 = 0.189$$

valores tomados a 64°C

$$\mu_A = 0.53 \times .46 = \frac{0.244}{0.433}$$

$$v_f^2 = \frac{350}{61 \times 0.8463} = \frac{350}{51.5} = 6.8$$

$$v_f = \sqrt{6.8} = 2.6 \text{ ft/seg. tomamos el 80\%}$$

De acuerdo a las dimensiones de la columna ya calculada:

$$\text{Sección} = \frac{G \text{ (ft}^3/\text{seg)}}{0.8 v_f \text{ (ft/seg)}} = 0.985 \text{ ft}^2$$

$$G = 0.8 v_f \times S = 2.08 \frac{\text{ft.}}{\text{seg.}} \times 0.985 \text{ ft}^2 = 2.05 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg.}}$$

$$G = 2.05 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg}} \times 0.118 \frac{\text{lb.}}{\text{ft}^3} \times \frac{3,600 \text{ seg.}}{\text{h}} = 870 \frac{\text{lbs.}}{\text{h}}$$

Libras totales por destilar = 5,930 Kgs. X 2.2 = 13,000 lbs.

Esto equivale a 15.0 horas de destilación al ritmo teórico calculado; - considerando nuestro sistema en particular no resulta muy eficiente para los fines de separación.

Con objeto de poder obtener el máximo rendimiento de la -- columna ya calculada y en virtud de que el maleato de dietilo destila a 225°C, consideramos que un reflujo del 30% o sea $R_M = \frac{L}{D} = 0.3$ -

es suficiente para evitar pérdidas de producto.

$$R_M = \frac{L}{D} = 0.3 \quad \therefore \quad L = 0.3 D$$

$$G = L + D \quad \therefore \quad D = 0.3 D + D = 1.3 D$$

$$G = 1.3 \times 3,231 = 4,200 \text{ Kgs.}$$

$$L = 0.3 \times 3,231 = 970 \text{ Kgs.}$$

$$G = 4,200 \times 2.2 = 9,240 \text{ lbs.}$$

Calculando nuevamente el valor $\frac{L}{G} \sqrt{\frac{d_G}{d_L}}$ obtenemos un nuevo valor para G de inundación de la gráfica (60) (61):

$$\frac{L}{G} \sqrt{\frac{d_G}{d_L}} = \frac{970}{4,200} \sqrt{\frac{0.118}{53}} = 0.231 \times 4.72 \times 10^{-2}$$

$$\frac{L}{G} \sqrt{\frac{d_G}{d_L}} = 0.0100 \quad \text{este valor corresponde en la curva -}$$

para valores de inundación a:

$$\frac{v_f^2 \left(\frac{a_p}{e^3} \right) d_G \mu_L^{0.2}}{g d_L} = 0.250$$

substituyendo:

$$v_f^2 = \frac{g d_L \times 0.250}{\frac{a}{e^3} \times d_G \times \mu^{0.2}} = \frac{32.2 \times 53 \times 0.25}{517 \times 0.118 \times (0.433)^{0.2}}$$

$$v_f^2 = \frac{426}{51.5} = 8.30 \quad \therefore \quad v_f \sqrt{8.30} \text{ ft/seg.}$$

$V_f = 2.93$ ft/seg. tomamos al 80% y de acuerdo a las dimensiones de la columna ya calculada:

$$G = 0.8 V_f \times S = 0.8 \times 2.93 \times 0.985 = 2.35 \times 0.985 = 2.31$$

$$G = 2.31 \text{ ft}^3/\text{seg.} \times 0.118 \times 3,600 = 980 \text{ lbs./h} = 445 \text{ Kgs/h}$$

Esto equivale a 9.5 horas de destilación/batch.

Como puede observarse, la velocidad de inundación no varía mucho por lo que el valor de G lbs./h. tampoco aumenta considerablemente.

Es necesario determinar hasta qué año podemos emplear la misma columna para destilar también el exceso de reactivos; para esto es necesario conocer el número de horas disponibles para esta operación según varíe la demanda año con año del MDE y considerando que en el equipo calculado el lote máximo de producción es de 4.62 tons.

TABLA 7-14

TIEMPO DISPONIBLE DESTILACION

EXCESO REACTIVOS

Año	Demanda MDE	Nº de lotes a max. cap.	Horas totales de reacción	Horas Destilación	Horas Totales
1970	250 tons.	54	2,600	512	3,112
1975	440 tons.	95	4,550	900	5,450
1980	600 tons.	130	6,230	1,235	7,465
1985	840 tons.	182	8,750	1,730	10,480

Por lo anterior, podemos establecer que hasta el año de -- 1982 según las demandas pronosticadas puede emplearse el mismo equipo para ambas operaciones; $365 \times 24 = 8,760$ horas/año.

Aún nos falta considerar las dos últimas etapas del proceso que son neutralización y destilación del producto final.

También es necesario determinar hasta qué año podemos refinar con la misma columna el producto final.

Para neutralizar cada lote de 4.62 tons. es necesario emplear la siguiente cantidad de solución de carbonato de sodio al 5%:

$$\frac{130,500 \text{ l/año}}{182 \text{ lotes/año}} = \frac{720 \text{ l. soluc. } \text{Na}_2\text{CO}_3}{\text{lote MDE}}$$

$$\frac{4,620 \text{ Kgs.}}{1,065 \text{ Kgs./l}} = 4,340 \text{ l. MDE/lote}$$

En el diagrama de flujo Fig. 7-7 se describe gráficamente el proceso en conjunto.

La neutralización deberá efectuarse en un tanque por separado, ya que al decantarse, la fase ligera debido a las distintas densidades queda formada por la solución del carbonato sódico que deberá ser separado una vez terminada la neutralización.

Aplicando el standard de bombeo calculamos el tiempo aproximado para bombear el MDE del reactor al tanque de neutralización, - - etc.

$$4,340 \text{ l. MDE} \times \frac{1 \text{ min.}}{175 \text{ l.}} = 25 \text{ mins.} \quad \text{bombeo a T}_6$$

720 l. Na_2CO_3	X $\frac{1}{175}$	= 5 mins.	bombeo a T ₆
Agitación en T ₆		= 10 mins.	neutralización
Centrifugación en C ₁₇		= 30 mins.	separación MDE
Bombeo 720 l. agua		= 5 mins.	lavado MDE
agitación en T ₇		= 10 mins.	alcalinidad residual
Centrifugación en C ₂₂		= <u>30 mins.</u>	separación MDE
T o t a l :		115 mins.	

La refinación se hará destilando el MDE a presión reducida de 60 mm. Hg. aprox. según descripción del proceso (57)..

TABLA 7-15

PRESIONES DE VAPOR DEL MDE

Presión de vapor mm Hg.	1	5	10	20	40	60	100	200	400	760
Temperatura °C	57.3	85.6	100.0	115.3	131.8	142.4	156.0	177.8	201.7	225.0

Según lo anterior, la destilación se efectuará a 142°C, --
empleando el equipo ya calculado:

Asignamos $\frac{L}{D} = 0.2$

$G = L + D$; $G = 0.2 D + D$ $\therefore G = 1.2 D$

$G = 1.2 \times 4,620 = 5,540 \text{ Kgs.}$

$L = 0.2 \times 4,620 = 924 \text{ Kgs.}$

$d_G = \frac{172}{359} \times \frac{273}{273 + 142} \times \frac{635}{760} = 0.478 \times 0.66 \times 0.837 = 0.264 \frac{\text{lbs}}{\text{ft}^3}$

$d_L = 1.065 \times 62.3 = 66.7 \frac{\text{lbs.}}{\text{ft}^3}$

$$\frac{L}{G} \sqrt{\frac{d_G}{d_L}} = \frac{924}{5,540} \sqrt{\frac{0.264}{66.7}} = 0.167 \sqrt{0.00396}$$

$$= 0.167 \times 6.29 \times 10^{-2} = 1.05 \times 10^{-2}$$

$$\frac{L}{G} \sqrt{\frac{d_G}{d_L}} = 0.0105$$

Este valor obtenido es muy similar al obtenido en el cálculo anterior para la destilación del exceso de reactivos y corresponde a:

$$\frac{v_f^2 \left(\frac{a_p}{e^3} \right) d_G \mu_L^{0.2}}{g d_L} = 0.245$$

Tomamos un valor aprox. -
de $\mu_L = 0.3 \text{ cP.}$ por no-
contar con el dato exacto

$$v_f^2 = \frac{g d_L \times 0.245}{\frac{a}{e^3} \times d_G \times \mu_L^{0.2}} = \frac{32.2 \times 66.7 \times 0.245}{517 \times 0.264 \times (0.3)^{0.2}}$$

$$v_f^2 = \frac{525}{136 \times 0.9016} = \frac{525}{122} = 4.30$$

$$v_f = \sqrt{4.20} = 2.07 \frac{\text{ft.}}{\text{s}}$$

Calculando con 90% obtenemos "G" para la columna ya calculada:

$$G = 0.8 v_f S = 0.8 \times 2.07 \times 0.985 = 1.63 \frac{\text{ft}^3}{\text{s}}$$

$$G = 1.63 \times 0.264 \times 3,600 = 1,545 \frac{\text{lbs.}}{\text{h}}$$

Libras totales por destilar: 5,540 X 2.2 = 12,200 lbs.

Esto es equivalente a 8.0 horas de destilación.

Con los datos obtenidos anteriormente para todas las etapas del sistema se puede estimar hasta qué año nos servirá la misma columna empacada del equipo de reacción y en qué momento se deberá ampliar e instalar otra unidad de separación y refinación.

TABLA 7-16

RESUMEN DE HORAS POR AÑO EN TOTAL
REQUERIDAS DE ACUERDO A LA DEMANDA.

Año	No. lotes Max. Cap. por año	Horas de reacción	Horas des_tilación Exc. Solv.	Horas neutrali-zación	Horas * de calentam.	Horas destilación final	Tiempo Total
1970	54	2,600	512	108	54	430	3,704
1975	95	4,550	900	190	95	760	6,495
1980	130	6,230	1,235	260	130	1,040	8,895
1985	182	8,750	1,730	364	182	1,456	12,482

* Se estima un lapso de tiempo para proporcionarle calor latente al sistema después de la neutralización donde la temperatura descien- de a 30°C aprox. por lo que es necesario elevarla hasta 142°C; se- estima 0.5 mins. por grado °C, o sea aprox. 60 mins. por lote má- ximo.

Se establece que para 1980 debe empezar a operar la segun- da unidad para refinación.

NUEVA UNIDAD DE DESTILACION.

Como ya se calculó anteriormente, para la destilación del- exceso de reactivos basaremos el cálculo de la nueva unidad en la rela- ción de reflujo $\frac{L}{D} = 0.3$

$$R_D = 0.3$$

$$Y_{h+1} = \frac{R_D}{R_D+1} x_n + \frac{x_D}{R_D+1}$$

El valor de x_D lo graficamos en la Fig. 7-6, conside- rando el 96% del valor teórico:

$$0.54 \times 0.96 = 0.52 \quad \therefore$$

$$Y = \frac{0.3}{1.3} x + \frac{0.52}{1.3}$$

$$Y = 0.23 x + 0.4 \quad (\text{ecuación de la línea de opera- ción})$$

El procedimiento para determinar el número de platos es el mismo ya descrito en el cálculo de la columna anterior y se representa completo en la Fig. 7-6, donde se observa que la columna empacada consta de 4 etapas localizándose la boquilla de alimentación en la segunda etapa.

CALCULO DEL DIAMETRO.

De acuerdo a lo calculado anteriormente tenemos:

$$\frac{L}{G} \sqrt{\frac{d_G}{d_L}} = 0.010 \quad \therefore \quad \frac{V_f^2 \left(\frac{a_p}{e^3} \right) d_G \mu_L^{0.2}}{g d_L} = 0.25$$

Empleando anillos de porcelana de 1 pulgada. Ver Tabla --

7-12 $\left(\frac{a_p}{e^3} \right) = 150$ empaque seco.

$$V_f^2 = \frac{32.2 \times 53 \times 0.25}{150 \times 0.118 \times 0.8463} = \frac{426}{17.7 \times 0.8463} = \frac{426}{15} = 23.5$$

$$V_{f_t} = 4.85 \frac{\text{ft.}}{\text{s}}$$

para un diseño conservador tomaremos el 60% de la velocidad máxima del vapor.

$$V_{f_D} = 0.6 \times 4.85 = 2.91 \text{ ft./s}$$

$$G = \text{flujo de vapor} = 4,200 \text{ Kgs.} \times 2.2 \frac{\text{lbs.}}{\text{Kgs.}} = 9,240 \text{ lbs.}$$

$$G = 9,240 \text{ lbs.} \times \frac{1}{0.264 \frac{\text{lbs.}}{\text{ft}^3}} = 35,000 \text{ ft}^3$$

Empleando un criterio más práctico respecto a los tiempos-
de destilación obtenidos con la columna anterior, podemos efectuar al-
gunos cálculos y seleccionar esta columna, es decir, las dimensiones --
de ella que más nos convenga .

$$G_0 = 35,000 \text{ ft.}^3 \times \frac{1}{1 \text{ h.}} \times \frac{\text{hr}}{3,600 \text{ S}} = 9.73 \frac{\text{ft}^3}{\text{S}}$$

$$G_1 = 35,000 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{3,600} = 4.86$$

$$G_2 = \frac{9.73}{3} = 3.25 \frac{\text{ft}^3}{\text{S}}$$

$$G_3 = \frac{9.73}{4} = 2.44 \frac{\text{ft}^3}{\text{S}}$$

$$G_4 = \frac{9.73}{5} = 1.94 \frac{\text{ft}^3}{\text{S}}$$

$$S_0 = \text{sección de la torre} = \frac{9.73 \text{ ft}^3/\text{S}}{2.91 \text{ ft/S}} = 3.35 \text{ ft}^2$$

$$S_1 = \frac{4.86}{2.91} = 1.67 \text{ ft}^2$$

$$S_2 = \frac{3.25}{2.91} = 1.12 \text{ ft}^2$$

$$S_3 = \frac{2.44}{2.91} = 0.84 \text{ ft}^2$$

$$S_4 = \frac{1.94}{2.91} = 0.67 \text{ ft}^2$$

$$D_0^2 = \frac{4 A}{\pi} = \frac{4 \times 3.35}{\pi} = 4.26 \quad \therefore D_0 = \sqrt{4.26} = 2.06 \text{ ft.}$$

$$D_1^2 = \frac{4 \times 1.67}{3.1416} = 2.12 \quad \therefore D_1 = \sqrt{2.12} = 1.45 \text{ ft.}$$

$$D_2^2 = \frac{4 \times 1.12}{3.1416} = 1.42 \quad \therefore D_2 = \sqrt{1.42} = 1.19 \text{ ft.}$$

$$D_3^2 = \frac{4 \times 0.84}{3.1416} = 1.07 \quad \therefore D_3 = \sqrt{1.07} = 1.04 \text{ ft.}$$

$$D_4^2 = \frac{4 \times 0.67}{3.1416} = 0.85 \quad \therefore D_4 = \sqrt{0.85} = 0.92 \text{ ft.}$$

ALTURA DE LA COLUMNA:

$$\text{HETP} = K_1 G_1^{K_2} D^{K_3} h^{1/3} \left(\frac{\alpha M}{d} \right)$$

$$K_1 = 8.53$$

$$K_2 = -0.24$$

$$K_3 = 1.24 \quad \text{Empleando el mismo sistema que para la columna anterior:}$$

na anterior:

$$G_0 = \frac{9,240 \text{ lbs}}{1 \text{ h}} \times \frac{1}{3.35 \text{ ft}^2} = 2,750 \frac{\text{lbs.}}{\text{h ft}^2}$$

$$\alpha \left[\begin{array}{l} 70^\circ \\ 635 \end{array} \right] = \frac{P^\circ A}{P^\circ B} = \frac{541.1}{547.4} = 0.995$$

$$D_0 = 2.06 \times 12 = 24.8 \text{ in.}$$

$$h = \text{altura empacada supuesta} = 15 \text{ ft.}$$

$$\mu_A = 0.53 \times 0.46 = 0.244$$

$$\mu_B = 0.35 \times 0.54 = \frac{0.189}{\quad} \quad \text{viscosidades a } 64^\circ\text{C}$$

$$\mu = \frac{\quad}{\quad} = 0.433$$

$$d_A = 0.816 \times 0.46 = 0.375$$

$$d_B = 0.879 \times 0.54 = \frac{0.474}{\quad}$$
$$0.849 = d$$

$$\text{HETP}_0 = 8.53 (2,750)^{-0.24} \times (24.8)^{1.24} \times 15^{1/3} \left(\frac{0.995 \times 0.433}{0.849} \right)$$

$$\text{HETP}_0 = 8.53 \times 0.1496 \times 53.70 \times 2.47 \times .503$$

$$\text{HETP}_0 = 1.59 \times 53.70 = 85 \text{ in.} = 7.1 \text{ ft.}$$

$$h_{C0} = 28.4 \text{ ft. vs. } h_{S0} = 15 \text{ ft. dif.} = 13.4 \text{ ft.}$$

Si siguiendo los cálculos para este primer valor de G_0 , obtenemos los resultados siguientes:

$$\text{Tiempo destilación} = 1 \text{ hora}$$

$$h \text{ (supuesta)} = 39 \text{ ft.}$$

$$\text{HETP (calculada)} = 9.75 \text{ ft.}$$

$$h \text{ (calculada)} = 39 \text{ ft.}$$

$$\text{diferencia} = 0$$

Siguiendo los mismos pasos para los valores de G_1 a G_4 - obtenemos los resultados tabulados a continuación, los cuales nos dan un criterio más definido de las dimensiones del equipo en función del tiempo disponible para las destilaciones.

TABLA 7-18.

CONCLUSIONES PARA TORRE
DE REFINACION

Horas de destilación	Diametro de la columna.	Altura empacada de la columna
1	2.06 ft.	39 ft.
2	1.45 ft.	20 ft.
3	1.19 ft.	14 ft.
4	1.04 ft.	11 ft.
5	0.92 ft.	9 ft.

Se selecciona para esta unidad la torre cuyas dimensiones - según la Tabla 7-18 permite destilar el exceso de reactivos en cuatro - horas.

$$\frac{9,240 \text{ lbs.}}{4 \text{ h}} = 2,310 \text{ lbs./h}$$

Se calcula a continuación el tiempo que tomará destilar el producto final.

$$V_f^2 = \frac{g \times d_L \times 0.245}{\frac{a}{e^3} \times d_G \times \mu_L^{0.2}} = \frac{32.2 \times 66.7 \times 0.245}{150 \times 0.264 \times (0.3)^{0.2}}$$

$$V_f^2 = \frac{525}{39.5 \times 0.9016} = \frac{525}{35.6} = 14.8$$

$$V_f = \sqrt{14.8} = 3.85 \text{ ft/S} \quad \text{tomando el 80\%}$$

$$V_f = 0.8 \times 3.85 = 3.08 \text{ ft/S}$$

luego:

$$G = V_f \times S = 3.08 \times 0.84 = 2.59 \text{ ft}^3/\text{S}$$

$$G = 2.59 \times 0.264 \times 3,600 = 2,470 \text{ lbs/h.}$$

$$\text{Libras totales MDE} = 5,540 \times 2.2 = 12,200 \text{ lbs.}$$

$$\text{Horas destilación} = \frac{12,200}{2,470} = 5.0 \text{ horas}$$

Concluyendo, es necesario disponer de otra columna empacada con las siguientes dimensiones:

$$\text{Diámetro} = 1 \text{ ft.}$$

$$\text{Altura empacada} = 11 \text{ ft.}$$

Observando a lo que han conducido los cálculos de ambas -- unidades se puede deducir que la segunda unidad estará operando 12 horas por batch en refinación según lo siguiente:

Destilación exceso de reactivos	=	4.0 h.
Tiempo de neutralización	=	2.0 h.
Destilación del producto final	=	6.0 h.
		<hr/>
T o t a l		12.0 h.

Lo anterior significa que esta parte del equipo estará disponible aprox. 36 horas por cada batch.

Ese tiempo de equipo puede emplearse en la recuperación -- de las materias primas etanol y benceno, sólo que el cálculo de los -- rendimientos que se tendrían así como la programación y tamaño de las -- cargas está fuera del alcance que se pretende en este trabajo.

CONDENSADORES.

Para equipo de reacción:

Mezcla ternaria = 638 lbs./h.

$d_L = 0.87$

$T_1 = 60^\circ\text{C} = 140^\circ\text{F}$ (vapor)

$T_2 = 60^\circ\text{C} = 140^\circ\text{F}$ (condensado)

Se empleará agua de enfriamiento entre 85°F y 120°F

Factor de Fouling = 0.003 agua

Factor de Fouling = 0.001 mezcla ternaria (63)

$$\lambda_B = 175 \text{ Btu/lb.} \times 0.741 = 130.0$$

$$\lambda_A = 370 \text{ Btu/lb.} \times 0.185 = 68.3$$

$$\lambda_W = 980 \text{ Btu/lb.} \times 0.074 = \underline{72.5}$$

$$\lambda_D = 270.8 \text{ Btu/lb.}$$

$Q = U_D \Delta T A$ (ecuación de Fourier)

1). BALANCE DE CALOR.

$$Q = 638 \text{ lb/h.} \times 270.8 \text{ Btu/lb.} = 173,000 \frac{\text{Btu.}}{\text{h}}$$

$$Q_W = W \times 1 (120 - 85)$$

$$W = \frac{173,000}{35} = 4,950 \text{ Lbs/h.}$$

2). CALCULO DE LA LMTD.

Liq. Cal.		Liq. frio		
140°F	Temp. alta	120°F	20 °F	ΔT_2
140°F	Temp. baja	85°F	55 °F	ΔT_1
0°F		35°F	-35 °F	$\Delta T_2 - \Delta T_1$

$$LMTD = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{2.3 \log \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}} = \frac{20 - 55}{2.3 \log \frac{20}{55}} = \frac{-35}{2.3 \log 0.364}$$

$$LMTD = \frac{-35}{-1.01} = 34.6 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\Delta T = 34.6 \text{ } ^\circ\text{F}$$

3). Un análisis rápido de ambas corrientes que cruzan - - por el aparato nos indica que las viscosidades de los fluidos en la - - terminal fría son menores de un Centipoise, además los rangos y diferencias de temperatura son moderados; por esto, los coeficientes pueden - - evaluarse de las propiedades físicas a la temperatura media aritmética.

Suponemos $U_D = 120$ según datos tabla 8 de (63)

$$A = \frac{Q}{U_D \Delta T} = \frac{173,000 \text{ Btu/h}}{120 \frac{\text{Btu}}{\text{h}^\circ\text{F ft}^2} \times 34.6^\circ\text{F}} = \frac{173,000}{4,160} = 41.5 \text{ ft}^2$$

Asumiendo que emplearemos un aparato con tubos de 4' o 5' ft. de largo y 3/4" OD 16 BWG. tabla 10 de (63).

$$N_{T_1} = \frac{41.5}{4' \times 0.1963} = 53 \text{ tubos}$$

$$N_{T_2} = \frac{41.5}{5' \times 0.1963} = 42.2 \text{ tubos}$$

En virtud de que el flujo de agua en los tubos es bajo, -- para el área calculada podemos emplear un condensador con 40 tubos de 5' de largo y arreglo triangular de 1" de centro a centro, de 4 pasos y cubierta de 10" de diámetro interior.

Corrección al coeficiente U_D

$$A = 40 \times 5' \times 0.1963 = 39.3 \text{ ft}^2$$

$$U_D = \frac{Q}{A \Delta T} = \frac{173,000}{39.3 \times 34.6} = \frac{173,000}{1360} = 127$$

$$U_D = 127 \frac{\text{Btu}}{\text{h } ^\circ\text{F ft}^2}$$

A continuación se harán los cálculos en forma simultánea - para la cubierta y los tubos:

I.- FLUIDO CALIENTE (cubierta)

4). Asumimos máxima separación entre baffles
esto será:

$$5' \times 12 = 60'' \quad 60 \div 10 = 6$$

6 baffles y 7 cruces

$$60'' \div 7 = 8.6'' \text{ entre baffles}$$

$$a_s = ID \times C'B / 144 P_T \text{ eq. 7-1 (63)}$$

$$a_s = \frac{10'' \times 0.25 \times 8.6''}{144 \times 1''} = \frac{21.5}{144} = 0.1495$$

$$a_s = 0.150 \text{ ft}^2$$

5).

$$G_s = \frac{W_s}{a_s} = \frac{638}{0.150} = 4,240$$

$$G_s = 4,240 \frac{\text{lb.}}{\text{h ft}^2} \quad (\text{para } \Delta_p)$$

II.- FLUIDO FRIO (tubos)

4).- Area de flujo Tabla 10 (63)

$$a'_t = 0.302 \text{ in}^2$$

$$a_t = N_t \times a'_t / 144 \text{ n.}$$

$$a_t = \frac{40 \times 0.302}{144 \times 4} = \frac{12.1}{576} = 0.021$$

$$a_t = 0.021 \text{ ft}^2$$

5).

$$G_t = \frac{W}{a_t} = \frac{4,950}{0.021} = 235,000$$

$$G_t = 235,000 \frac{\text{lb.}}{\text{h ft}^2}$$

$$G'' = \frac{W}{L N_t^{2/3}} = \frac{638}{5 \times 40^{2/3}}$$

$$G'' = \frac{638}{5 \times 11.75} = \frac{638}{58.8} = 10.8$$

$$G'' = 10.8 \frac{\text{lbs.}}{\text{h ft}^2}$$

Suponemos $h = h_0 = 200$ de II - 10)

$$h_{10} = 246 \frac{\text{Btu}}{\text{h}^\circ\text{F} \frac{\text{ft}^2}{\text{ft}}}$$

Velocidad:

$$V = \frac{G_t}{3,600 d_L} = \frac{235,000}{3,600 \times 62.3} = \frac{2,350}{2,245}$$

$$V = 1.05 \text{ ft/S}$$

6)

$$\mu_{102.5^\circ\text{F}} = 0.72 \text{ cP} \times 2.42 = 1.74$$

$$\mu = 1.74 \frac{\text{lb.}}{\text{ft h}}$$

$$D = 0.620 \text{ in} \times \frac{1}{12} = 0.0517 \text{ ft.}$$

$$R_{et} = \frac{D G_t}{\mu} \quad (\text{para } \Delta P)$$

$$R_{et} = \frac{0.0517 \times 235,000}{1.74} = \frac{12,100}{1.74} = 6,950$$

$$t_{w1} = t_a + \frac{h_o}{h_{io} + h_a} (t_v - t_a)$$

$$t_{w1} = 102.5 + \frac{200}{246 + 200} (140 - 102.5)$$

$$t_{w1} = 102.5 + \frac{200}{446} (37.5)$$

$$t_{w1} = 102.5 + 16.8 = 119.3^\circ\text{F}$$

$$t_{f1} = \frac{t_v + t_w}{2} = \frac{140 + 119.3}{2}$$

$$t_{f1} = 129.5^\circ\text{F}$$

$$k_{fB} \Big]_{129.5^\circ\text{F}} = 0.087 \times 0.741 = 0.0645$$

$$k_{fA} \Big]_{129.5^\circ\text{F}} = 0.082 \times 0.185 = 0.0152$$

$$k_{fw} \Big]_{129.5^\circ\text{F}} = \frac{0.380 \times 0.074}{0.1078} = 0.0281$$

$$\frac{L}{D} = \frac{5}{0.0517} = 97.0$$

Ver figs. 24 y 25 de (63)

$$j_H = 25$$

8)

$$c = 1 \frac{\text{Btu}}{\text{lb } ^\circ\text{F}}$$

$$k \Big]_{86^\circ\text{F}} = 0.356 \frac{\text{Btu}}{\text{h } ^\circ\text{F ft}^2/\text{ft}}$$

$$k \Big]_{140^\circ\text{F}} = 0.381 \quad \therefore \quad k \Big]_{102.5} = 0.364 \frac{\text{Btu}}{\text{h } ^\circ\text{F ft}^2/\text{ft}}$$

$$\left(\frac{cM}{k} \right)^{1/3} = \left(\frac{1 \times 1.74}{0.364} \right)^{1/3} = \left(\frac{1.74}{0.364} \right)^{1/3}$$

$$\left(\frac{cM}{k} \right)^{1/3} = (4.79)^{1/3} = 1.687$$

9).

$$h_1 = j_H \left(\frac{k}{D} \right) \left(\frac{cM}{k} \right)^{1/3}$$

$$k_f = 0.1078 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}/\text{ft}}$$

$$S_{f_B} = 0.88 \times 0.741 = 0.652$$

$$S_{f_A} = 0.79 \times 0.185 = 0.146$$

$$S_{f_W} = 1.00 \times 0.074 = \frac{0.074}{0.872}$$

$$S_f = 0.872$$

$$M_{f_B} \Big|_{129.5^\circ\text{F}} = 0.38 \times 0.741 = 0.281$$

$$M_{f_A} \Big|_{129.5^\circ\text{F}} = 0.60 \times 0.185 = 0.111$$

$$M_{f_W} \Big|_{129.5^\circ\text{F}} = 0.50 \times 0.074 = \frac{0.037}{0.429}$$

$$M_f = 0.429$$

$$h_i = 25 \left(\frac{0.364}{0.0517} \right) \times 1.687 = 297$$

10).

$$h_{i0} = h_i \times \frac{ID}{OD} = 297 \times \frac{0.620}{0.750}$$

$$h_{i0} = 246 \frac{\text{Btu}}{\text{h } ^\circ\text{F ft}^2/\text{ft}}$$

Calculando \bar{h} , aplicamos (63);

$$\bar{h} = \left(\frac{\mu_f^2}{k_f^3 S_f^2 g} \right)^{1/3} = 1.5 \left(\frac{4 G''}{\mu_f} \right)^{-1/3}$$

$$g = 980.67 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} \times \frac{1}{30.4} \frac{\text{ft}}{\text{cm}} \times 3,600^2 \frac{\text{s}^2}{\text{h}^2}$$

$$g = 416 \times 10^6 \frac{\text{ft}}{\text{h}^2}$$

$$h_o = \bar{h} = \frac{1.5 \left(\frac{4 G''}{\mu_f} \right)^{-1/3}}{\left(\frac{\mu_f^2}{k_f^3 + S_f^2 g} \right)}$$

$$h_o = \bar{h} = \frac{1.5 \left(\frac{4 \times 10.8}{0.429 \times 2.42} \right)^{-1/3}}{\left[\frac{(0.429 \times 2.42)^2}{0.1078^3 \times 5.45^2 \times 4.16 \times 10^6} \right]}$$

$$h_o = \bar{h} = 515 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} \quad (\text{calculada})$$

Podemos obtener el valor de \bar{h} aproximado de la Fig. 12.9

(63).

$$\bar{h} = 500 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} \quad (\text{gráfica})$$

Basándonos en el valor de \bar{h} calculado de 515 en lugar del supuesto de 200 pueden calcularse nuevos valores de t_w y t_f que permitirán obtener una cifra más exacta de \bar{h} , lo cual no es necesario en este caso en virtud de que las propiedades del condensado no varían

significativamente.

$$t_{w2} = 102.5 + \frac{515}{761} \times 37.5 = 128 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$t_{f2} = \frac{140 + 128}{2} = 134 \text{ } ^\circ\text{F}$$

CALCULO DE LA CAIDA DE PRESION

1). Consideramos una caída de presión permisible de 2.0 psi.

$$a \ t_V = 140 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\mu_B = 0.0084 \times 0.741 = 0.00623$$

$$\mu_A = 0.0100 \times 0.185 = 0.00185$$

$$\mu_W = \frac{0.0110 \times 0.074 = 0.00081}{0.00889}$$

$$\mu_{\text{vap}} = 0.0089 \times 2.42 = 0.0216 \frac{\text{lb}}{\text{ft h}}$$

$$D_e = \frac{0.73}{12} = 0.0610 \text{ ft. (triang.)}$$

$$D_e = \frac{0.95}{12} = 0.0790 \text{ ft. (cuad.)}$$

$$R_{eS} = \frac{D_e G_S}{\mu_{\text{vap}}}$$

1). Para $R_{e_t} = 6,950$
Ver Fig. 26 (63)

$$f = 0.00030 \text{ ft}^2/\text{in}^2$$

2).

$$\Delta_{P_t} = \frac{f G_t^2 L n}{5.22 \times 10^{10} D_{S,t}}$$

$$\Delta_{P_t} = \frac{0.00030 \times 235,000^2 \times 5 \times 4}{5.22 \times 10^{10} \times 0.0517 \times 1 \times 1}$$

$$\Delta_{P_t} = 0.122 \text{ psi.}$$

3).

$$\Delta_{P_r} = \left(\frac{4n}{S} \right) \left(\frac{v^2}{2 g^A} \right)$$

$$R_{eS} = \frac{0.061 \times 4,240}{0.0216} = \frac{259}{0.0216} = 12,000$$

$$R_{eS} = \frac{0.079 \times 4,240}{0.0216} = \frac{335}{0.0216} = 15,500$$

$$f = 0.00200 \text{ ft}^2/\text{in}^2$$

$$f = 0.00195 \text{ ft}^2/\text{in}^2$$

2).

$$\text{No. de cruces} = N + 1 = 6 + 1 = 7$$

$$\text{peso molecular} = 67.63$$

$$\text{densidad} = \frac{67.63}{359 \times \frac{600}{492} \times \frac{14.7}{29.4}} = 0.304$$

$$S = \frac{0.304}{62.5} = 0.00487$$

$$D_S = \frac{10 \text{ in.}}{12} = 0.833 \text{ ft.}$$

$$\Delta_{Pr} = \frac{4 \times 4}{1} \times \frac{1.05^2}{2 \times 32.2}$$

$$\Delta_{Pr} = 16 \times \frac{1.10}{64.4} = \frac{17.6}{64.4} \times 0.4335$$

$$\Delta_{Pr} = 0.118 \text{ psi.}$$

4).

$$\Delta_{Pr} = 0.122 + 0.118 = 0.240$$

$$\Delta_{Pr} = 0.240 \text{ psi.}$$

3).

$$\Delta P_S = \frac{1}{2} \frac{f G_a^2 D_S (N + 1)}{5.22 \times 10^{10} \text{ Des}}$$

$$\Delta P_S = \frac{0.5 \times 0.00200 \times 4.240^2 \times 0.833 \times 7}{5.22 \times 10^{10} \times 0.061 \times 0.00487}$$

$$\Delta P_S = 0.007 \text{ psi.}$$

13). CALCULO DEL COEFICIENTE TOTAL LIMPIO:

$$U_C = \frac{h_{i_o} h_o}{h_{i_o} + h_o} = \frac{246 \times 515}{761} = \frac{127,000}{761} = 167 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Factor de incrustación:

$$R_d = \frac{U_C - U_D}{U_C U_D} = \frac{167 - 127}{21,200} = \frac{40}{21,200} = 0.0020 \frac{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}{\text{Btu}}$$

En conclusión, las características para el condensador de la unidad de fabricación son:

<u>CUBIERTA</u>	<u>TUBOS</u>
ID = 10"	No. = 40
Espacio entre baffles = 8.6"	Longitud = 5'
Pasos = 1	OD = 3/4"
	BWG = 16
	Arreglo triangular de 1"
	Pasos = 4

Exceso reactivos = 980 lbs/h

$d_L = 0.849$

$T_1 = 65^\circ\text{C}$ aprox. en Guadalajara = 149°F

B = 54%

A = 46% $\lambda_D = 264.5 \text{ Btu/lb.}$

Q = $980 \times 264.5 = 258,000 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$

1). $W = \frac{258,000}{35} = 7,400 \text{ lbs/h.}$

2). $LMTD = 44.3^\circ\text{F}$

3). $A = 39.3 \text{ ft}^2 ; U_D = 148$

I.- Cubierta

$$4). a_s = 0.150 \text{ ft}^2$$

$$5). G_s = 6,530 \frac{\text{lbs.}}{\text{h ft}^2}$$

$$G_s^{M'} = 16.7 \frac{\text{lbs.}}{\text{h ft}^2}$$

Suponemos $\bar{h} = h_o = 300$

$$t_{w1} = 123^\circ\text{F}$$

$$t_{f1} = 136^\circ\text{F}$$

$$k_f \Big]_{136^\circ\text{F}} = 0.0847 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}/\text{ft}}$$

$$S_f \Big]_{136^\circ\text{F}} = 0.839$$

$$M_f \Big]_{136^\circ\text{F}} = 0.481$$

II.- Tubos

$$4). a_t = 0.021 \text{ ft}^2$$

$$5). G_t = 352,000 \frac{\text{lbs.}}{\text{h ft}^2} ; V = 1.57 \frac{\text{ft}}{\text{s}}$$

$$6). Re_f = 10,400$$

$$7). jH = 38$$

$$8). \left(\frac{cM}{k} \right)^{1/3} = 1.687$$

$$9). h_i = 451$$

$$10). h_{i0} = 372 \frac{\text{Btu}}{\text{h } ^\circ\text{F ft}^2/\text{ft}}$$

$$h_o = \dot{h} = 330 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} \quad (\text{calc.})$$

$$t_{W2} = 124^\circ\text{F}$$

$$t_{f2} = 136.5^\circ\text{F}$$

CALCULO DE LA CAIDA DE PRESION

1).

$$a). \quad t_v = 149^\circ\text{F}$$

$$\frac{\mu}{149^\circ\text{F}} = 0.0091 \text{ cP}$$

$$\mu_{\text{vap}} = 0.0091 \times 2.42 = 0.022 \frac{\text{lb}}{\text{ft h}}$$

$$D_e = \frac{0.73}{12} = 0.0610 \text{ ft.}$$

$$R_{eS} = \frac{D_e G_S}{\mu_{\text{vap}}} = \frac{0.061 \times 6,530}{0.022}$$

1).

$$\text{Para } R_{et} = 10,400$$

$$f = 0.00027 \text{ ft}^2/\text{in}^2$$

2).

$$\Delta P_t = \frac{f G_t^2 L n}{5.22 \times 10^{10} \times D S \phi t}$$

$$\Delta P_t = \frac{0.00027 \times 352,000^2 \times 5 \times 4}{5.22 \times 10^{10} \times 0.0517 \times 1 \times 1}$$

$$R_{eS} = 18,200$$

$$f = 0.00190 \text{ ft}^2/\text{in}^2$$

2).

$$N + 1 = 7$$

$$P_{\text{eso molecular}} = 63.3$$

$$d = \frac{63.3}{359 \times \frac{609}{492} \times \frac{14.7}{29.4}} = 0.285$$

$$S = \frac{0.285}{62.5} = 0.00455$$

$$D_S = 0.833 \text{ ft.}$$

3).

$$\Delta P_S = \frac{1}{2} \frac{f G_S^2 D_S (N + 1)}{5.22 \times 10^{10} \times D_e S}$$

$$\Delta P_S = \frac{0.5 \times 0.0019 \times 6,530^2 \times 0.833 \times 7}{5.22 \times 10^{10} \times 0.061 \times 0.00455}$$

$$\Delta P_S = 0.0154 \text{ psi}$$

$$\Delta P_t = 0.256 \text{ psi}$$

3).

$$\Delta P_r = \frac{4n}{S} \times \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta P_r = \frac{16}{1} \times \frac{1.57^2}{2 \times 32.2} = 0.610 \times 0.4335$$

$$\Delta P_r = 0.264 \text{ psi}$$

4).

$$\Delta P_T = 0.256 + 0.264 = 0.520$$

$$\Delta P_T = 0.520 \text{ psi}$$

13).

$$U_C = \frac{h_{i_o} h_o}{h_{i_o} + h_o} = \frac{372 \times 330}{372 + 330} = \frac{123,000}{702} = 175 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Factor de incrustación:

$$R_d = \frac{U_C - U_D}{U_C U_D} = \frac{175 - 148}{175 \times 148} = \frac{27}{25,900} = 0.0010 \frac{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}{\text{Btu}}$$

Producto final = $1,545 \frac{\text{lbs.}}{\text{h}}$ MDE

$$d_L = 1.065$$

T = 142°C a presión reducida de 60 mm Hg.

T = 287°F

$$\lambda = 12,908 \text{ Cal/gmal} \quad (65)$$

$\lambda = 135 \text{ Btu/lb.}$ Este valor también puede estimarse - aplicando la EC. 3-41 o Fig. 3-55 de la Ref. Bibl. (56)

$$Q = 1,545 \frac{\text{lbs}}{\text{h}} \times 135 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}} = 208,000 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$1) \quad W = \frac{208,000}{35} = 5,950 \frac{\text{lbs.}}{\text{h}}$$

$$2) \quad \text{LMTD} = 184.5$$

$$3) \quad A = 39.3 \text{ ft}^2 ; \quad U_D = 29$$

I.- Cubierta

$$4). a_s = 0.150 \text{ ft}^2$$

$$5). G_s = 10,300 \frac{\text{lb.}}{\text{h ft}^2}$$

$$G^{11} = 26.3 \frac{\text{lb.}}{\text{h ft}^2}$$

Suponiendo $\bar{h} - h_o = 300$

$$t_{w1} = 195.5 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$t_{f1} = 241 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$k_f \int_{241^\circ\text{F}} = 0.91$$

$$s_f \int_{241^\circ\text{F}} = 1.065$$

$$M_f \int_{241^\circ\text{F}} = 0.95$$

$$h_o = \bar{h} = 283$$

$$t_{w2} = 193 \text{ } ^\circ\text{F}$$

II.- Tubos

$$4). a_t = 0.021 \text{ ft}^2$$

$$5). G_t = 283,000 \frac{\text{lbs.}}{\text{h ft}^2}$$

$$v = 1.26 \text{ ft/s}$$

$$6). R_{e_t} = 8,400$$

$$7). j_H = 30$$

$$8). \left(\frac{cM}{k} \right) = 1.687$$

$$9). h_i = 357$$

$$10). h_{i_o} = 295$$

$$t_{f_2} = 240 \text{ } ^\circ\text{F}$$

CALCULO DE LA CAIDA DE PRESION

$$1). \quad t_v = 287 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\mu_{287^\circ\text{F}} = 0.012 \text{ cP}$$

$$\mu_{\text{vap}} = 0.012 \times 2.42 = 0.029 \frac{\text{lb.}}{\text{ft h}}$$

$$D_e = 0.0610 \text{ ft}$$

$$R_{e_s} = \frac{D_e G_s}{\mu_{\text{vap}}} = \frac{0.061 \times 10,300}{0.029}$$

$$R_e = 21,700$$

$$f = 0.00180 \text{ ft}^2/\text{in}^2$$

2).

$$N \diamond 1 = 7$$

$$\text{Peso molecular} = 172.18$$

$$1). \quad \text{Para } R_{e_t} = 8,400$$

$$f = 0.00028 \text{ ft}^2/\text{in}^2$$

2).

$$\Delta P_t = \frac{f G_t^2 L n}{5.22 \times 10^{10} \times D S \phi t}$$

$$\Delta P_t = \frac{0.00028 \times 2.83^2 \times 10^{10} \times 5 \times 4}{5.22 \times 10^{10} \times 0.0517 \times 1 \times 1}$$

$$\Delta P'_t = 0.166 \text{ psi}$$

3)

$$\Delta P_r = \frac{4 n}{S} \times \frac{v^2}{2g^1}$$

$$\Delta P_r = \frac{16}{1} \times \frac{1.26^2}{64.4} = 0.395 \times 0.4335$$

$$d = \frac{172.18}{359 \times \frac{747}{492} \times \frac{14.7}{29.4}} = 0.63$$

$$s = \frac{0.63}{62.5} = 0.0101$$

$$D_s = 0.833 \text{ ft.}$$

3).

$$\Delta P_s = \frac{1}{2} \frac{f G_s^2 D_s (N+1)}{5.22 \times 10^{10} \times D_e s}$$

$$\Delta P_s = \frac{0.5 \times 0.0018 \times 10,300^2 \times 0.833 \times 7}{5.22 \times 10^{10} \times 0.061 \times 0.01}$$

$$\Delta P_s = 0.019 \text{ psi.}$$

$$\Delta P_r = 0.171$$

4).

$$\Delta P_T = 0.166 + 0.171$$

$$\Delta P_T = 0.337 \text{ psi}$$

$$13). U_C = \frac{h_{iC} h_o}{h_{iO} + h_o} = \frac{295 \times 283}{295 + 283} = \frac{83,500}{578} = 145$$

$$R_d = \frac{U_C - U_D}{U_C U_D} = \frac{116}{4,200} = 0.03$$

Condensador para el equipo de refinación:

$$G = 2,310 \frac{\text{lbs.}}{\text{h}}$$

$$d_L = 0.849$$

$$T_1 = 149 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\lambda = 264.5 \frac{\text{Btu.}}{\text{lb}}$$

$$Q = 2,310 \times 264.5 = 610,000 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$$

$$1). W = \frac{610,000}{35} = 17,450 \frac{\text{lbs.}}{\text{h}}$$

$$2). \text{LMTD} = 44.3 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$3). \text{Suponiendo } U_D = 130$$

$$A = \frac{610,000}{130 \times 44.3} = 106 \text{ ft}^2$$

Calculando para tubos de 5' y 3/4" OD, 16 BWG

$$N_T = \frac{106}{5' \times 0.193} = 108 \text{ tubos}$$

Se selecciona un aparato con 96 tubos de 5 pies de largo - en arreglo triangular de 5/16" , 4 pasos y cubierta de 13 1/4".

Corrección a U_D :

$$96 \times 0.98 = 94 \text{ ft}^2$$

$$U_D = \frac{Q}{A \Delta T} = \frac{610,000}{94 \times 44.3} = 146$$

Siguiendo el mismo procedimiento de cálculo que para el -- condensador anterior, podemos calcular las caídas de presión y el factor de incrustación R_d para este cambiador de calor; si se desea -- ampliar más sobre el tema desde el punto de vista de aplicación de ecuaciones empíricas para el diseño de cambiadores de calor, consúltese la Ref. Bibl. (64).

En conclusión, las características para el condensador -- de la unidad de refinación son:

<u>CUBIERTA</u>	<u>TUBOS</u>
ID = 13 1/4"	No. 96
Espacio entre baffles = 8.6	Longitud = 5'
Pasos = 1	OD = 3/4"
	BWG = 16
	Arreglo triangular 5/16"
	Pasos = 4

BOMBA DE VACIO.

Consultar 6-32 de (56) y (63).

Presión de succión en in Hg Abs.

60 mm Hg. = 2.35 in Hg.

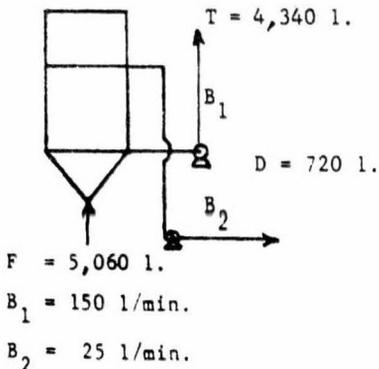
Para esta presión de succión será necesario un arreglo en dos etapas, y se estima un consumo de vapor aproximado de 0.04 lbs. de vapor por cada libra de vapor de MDE destilado; o sea:

Suponiendo que el 2% de los vapores pasan por el eyector

1975	-	6,400 lbs. MDE	-	260 lbs. de vapor/batch
1980	-	8,700 lbs. MDE	-	357 lbs. de vapor/batch
1985	-	12,200 lbs. MDE	-	500 lbs. de vapor/batch

En vista de que no se profundizó en el cálculo de los eyectores, el consumo se estimó solamente.

CENTRIFUGAS PARA SEPARACION DE FASES.



flujo = 175 l/min.

$$F = \frac{5,060}{175} = 29 \text{ min.}$$

$$T = \frac{4,340}{29} = 150 \text{ l/min.}$$

$$D = \frac{720}{29} = 25 \text{ l/min.}$$

d). LISTA DE EQUIPO.

- 1.- Tanque T₁ cap. 20,000 l. AI-304
- 2.- Bomba B₁ cap. 175 l/min.
- 3.- Tanque T₂ cap. 6,000 l. AI-304
- 4.- Bomba B₂ cap. 175 l/min.
- 5.- Reactor Pfaudler cap. 3,500 gal. AI-316, chaqueta AI-304, agitador tipo turbina motor 15 HP
- 6.- Bomba B₃ cap. 175 l/min.
- 7.- Columna empacada C₁ AI-316, 1 pie diámetro X 12 pies de altura - emp. anillos Raschig porcelana 1/2".
- 8.- Condensador E₁ AI-316 en tubos, espejos y cabezales; acero al -- carbón en la envolvente y deflectores área 39.3 ft²
- 9.- Tanque decantador D₁ cap. 200 l. AI-304, mirilla nivel.
- 10.- Tanque T₃ cap. 2,000 l. acero al carbón.
- 11.- Bomba B₄ cap. 50 l./min.
- 12.- Tanque T₄ cap. 4,000 l. acero al carbón.
- 13.- Bomba B₅ cap. 50 l./min.
- 14.- Tanque T₅ cap. 1,000 l. AI-304
- 15.- Tanque T₆ cap. 6,000 l. AI-304 con agitador.
- 16.- Bomba B₆ cap. 175 l./min.
- 17.- Centrífuga separación fases S₁ cap. 175 l./min.
- 18.- Bomba B₇ cap. 150 l./min.
- 19.- Bomba B₈ cap. 25 l./min.
- 20.- Tanque T₇ cap. 6,000 l. AI-304 con agitador.
- 21.- Bomba B₉ cap. 175 l./min.
- 22.- Centrífuga separación fases S₂ cap. 175 l./min.

- 23.- Bomba B₁₀ cap. 150 l./min.
- 24.- Bomba B₁₁ cap. 25 l./min.
- 25.- Bomba de vacío o eyector J₁ de doble etapa 60 mm Hg.
- 26.- Caldera H₁
- 27.- Bomba B₁₂ cap. 175 l./min.
- 28.- Columna empacada C₂ AI-316, 1 pie diámetro X 11 pies de altura - empacada, anillos Raschig porcelana 1".
- 29.- Condensador E₂ AI-316 en tubos, espejos y cabezales; acero al - carbón en la envolvente y deflectores; área 94 ft².
- 30.- Tanque T₈ cap. 5,000 l. AI-304.
- 31.- Tanque T₉ cap. 5,000 l. AI-304.
- 32.- Sistema de tubería para envase.
- 33.- Lote completo de tubería válvulas y conexiones para las partes - mencionadas.
- 34.- Estructura metálica para montar el equipo incluyendo rejillas, -- barandales y escaleras.
- 35.- Instrumentación.

e). BALANCE DE ENERGIA.

Con objeto de poder desarrollar el estudio térmico del --- presente proceso tomaremos en consideración los datos prácticos obtenidos en el laboratorio y sobre esa base los mismos calculados para la -- ciudad de Guadalajara.

El planteamiento para esto sería el siguiente:

1).- Cálculo del calor necesario para el efecto de com- - pletar la reacción.

2.- Cálculo de calor necesario para la evaporación de los excesos de reactivos.

3) - Cálculo del calor necesario para la destilación fi-- nal en la etapa de refinación del producto.

El resultado obtenido nos dará base para calcular el vapor necesario así como demás servicios requeridos para el proceso.

Primer Paso.

a).- Calor absorbido por disolución del anh. maléico.

b).- Calor sensible a temperatura de reacción.

c).- Calor de reacción.

d).- Calor latente de vaporización durante la reacción.

a).- En esta etapa se llega a una temperatura de 17°C debido a que la disolución absorbe calor del sistema.

b).- Una vez terminada la primera etapa de la reacción -- que es exotérmica, la temperatura subió a 31°C, por lo que el calor liberado en la formación del monoéster elevó la temperatura del sistema.

A partir de este punto es necesario empezar a suministrar calor al reactor a fin de alcanzar la temperatura de reacción de 62°C - (144°F).

$$Q = m C_p \Delta T$$

$$m = 9,530 \text{ Kgs.}$$

$$78 \times 0.18 = 14.04$$

$$t_1 = 31^\circ\text{C} \text{ (} 88^\circ\text{F)}$$

$$46 \times 0.39 = 17.94$$

$$t_2 = 62^\circ\text{C} \text{ (} 144^\circ\text{F)}$$

$$144 \times 0.41 = 59.04$$

$$\Delta T = 31$$

$$18 \times 0.02 = 0.36$$

$$\text{pm. prom.} \quad 91.38 \text{ g/gmol.}$$

$$\text{Composición} \times C_p. \frac{\text{Cal.}}{\text{gmol } ^\circ\text{K}} \quad \dots \quad (56)$$

$$\text{B.-} \quad 0.18 \quad \times \quad 32.4 \quad = \quad 5.82$$

$$\text{A.-} \quad 0.39 \quad \times \quad 27.0 \quad = \quad 10.55$$

$$\text{W.-} \quad 0.02 \quad \times \quad 18.0 \quad = \quad 0.36$$

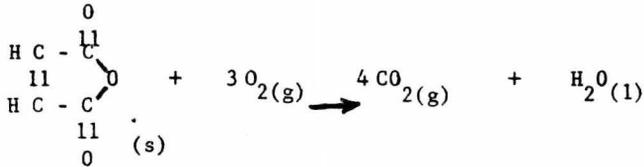
$$\text{MME.-} \quad 0.41 \quad \times \quad 68.0 \quad = \quad 27.85$$

$$44.58 \frac{\text{Cal.}}{\text{gmol } ^\circ\text{K}}$$

$$Q_1 = 9,530 \times 10^3 \text{ g} \times \frac{\text{gmol}}{91.38 \text{ g}} \times 44.58 \frac{\text{Cal.}}{\text{gmol } ^\circ\text{K}} \times 31 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$Q_1 = 1.4 \times 10^8 \text{ Cal.} = 1.4 \times 10^5 \text{ K cal/batch}$$

$$\text{de (2) : } \Delta H_{F_R}^{\circ} = \sum \Delta H_{F_P}^{\circ} - \Delta H_C^{\circ}$$



Calores de combustión : (56) (59) (65)

$$H_C^{\circ} (\text{anh.})_s = - 333.9 \text{ Kcal/mol.}$$

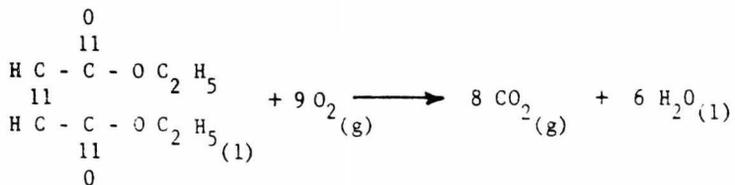
$$H_C^{\circ} (\text{Et-OH})_l = - 327.6 \text{ Kcal/mol.}$$

$$H_C^{\circ} (\text{MDE})_l = - 1,007.3 \text{ Kcal/mol.}$$

$$\Delta H_F^{\circ} (\text{anh.}) = [4 (-94.38) + (-68.38)] - (-333.9)$$

$$\Delta H_F^{\circ} (\text{anh}) = (-377.52 - 68.38) + 333.9 = - 445.9 + 333.9$$

$$\Delta H_F^{\circ} (\text{anh.}) = - 112 \text{ Kcal/mol.}$$



$$\Delta H_F^{\circ} (\text{MDE}) = [8 (-94.38) + 6 (-68.38)] - (-1,007.3)$$

$$\Delta H_F^{\circ} (\text{MDE}) = -158 \text{ Kcal/mol.}$$

$$\Delta H_R^{\circ} = [(-158.02) + (-68.38)] - [(-112.0) + (-66.36)]$$

$$\Delta H_R^{\circ} = 18.32 \text{ Kcal/mol.}$$

$$\frac{\text{moles MDE}}{\text{batch}} = \frac{4,620 \text{ Kgs.}}{172 \text{ Kgs/mol.}} = 27 \text{ moles MDE/batch}$$

$$\Delta H_R^{\circ} = 18.32 \times 27 = 494 \text{ Kcal/batch ; } 1 \text{ Btu} = 252 \text{ Cal.}$$

$$C_{p_{\text{anh.}}} = 48.6 \text{ Cal/gmol } ^{\circ}\text{K} \quad C_{p_{\text{anh.}}}^{\text{DEM}} = 72.2 \text{ Cal/gmol } ^{\circ}\text{K} \quad (56)$$

$$\Delta C_p = (72.2 + 18) - (48.6 + 2 \times 27) = 90.2 - 102.6 = -12.4$$

$$\Delta H_R = 494,000 + (-12.4) (31) = 493,615 \text{ Cal/batch a } 62^{\circ}\text{C}$$

d). $11,600 \text{ Kgs./batch} \times 0.741 \text{ Kgs. Benceno} = 8,600 \text{ Kgs.}$

$11,600 \text{ Kgs./batch} \times 0.185 \text{ Kgs. Etanol} = 2,140 \text{ Kgs.}$

$11,600 \text{ Kgs./batch} \times 0.074 \text{ Kgs. Agua} = \underline{860 \text{ Kgs.}}$

$11,600 \text{ Kgs.}$

$$\lambda_{\text{Benceno}} = 8,146.5 \text{ Cal/g/mol.}$$

$$\lambda_{\text{Etanol}} = 9,673.9 \text{ Cal/g/mol.}$$

$$\lambda_{\text{MDE}} = 12,908.0 \text{ Cal/g/mol.} \quad \dots (65)$$

$$8.60 \times 10^6 \text{ g} \times 8.1465 \text{ Kcal.} \times \frac{1}{78} = \frac{70}{78} \times 10^6 = 9.0 \times 10^5 \text{ Kcal.}$$

$$2.14 \times 10^6 \text{ g} \times 9.6739 \text{ Kcal.} \times \frac{1}{46} = \frac{20.6}{46} \times 10^6 = 4.5 \times 10^5 \text{ Kcal.}$$

$$0.86 \times 10^6 \text{ g} \times 12.9080 \text{ Kcal.} \times \frac{1}{18} = \frac{11.1}{18} \times 10^6 = 6.2 \times 10^5 \text{ Kcal.}$$

$$19.7 \times 10^5 \text{ Kcal.}$$

$$Q_3 = 19.7 \times 10^5 \text{ Kcal/batch.}$$

Segundo Paso.

Calor necesario para evaporar el exceso de reactivos. - -

(144°F) :

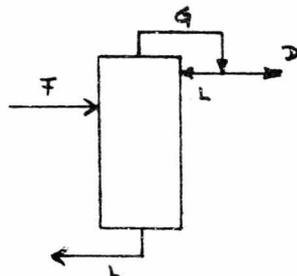
1,638 Kgs. Benceno

1,593 Kgs. Etanol

3,231 Kgs. = D

$$G = 1.3 D = 3,231 \times 1.3 = 4,200 \text{ Kgs.}$$

$$L = 0.3 D = 3,231 \times 0.3 = 970 \text{ Kgs.}$$



Composición de los vapores:

1,638 Kgs. Benceno

+ 1,387 Kgs. Etanol

3,025 Kgs. mezcla

+ 206 Kgs. Etanol

$$1a. \text{ etapa} \times 1.3 = 3,933 \text{ Kgs.}$$

$$2a. \text{ etapa} \times 0.3 = \underline{267} \text{ Kgs.}$$

$$4,200 \text{ Kgs.}$$

$$3,933 \times 0.54 = 2,123 \text{ Kgs. Benceno}$$

$$3,933 \times 0.46 = \underline{1,810} \text{ Kgs. Etanol}$$

$$3,933 \text{ Kgs.}$$

$$2.123 \times 10^6 \text{ g} \times \frac{1}{78} \times 8.1465 \text{ Kcal/gmol} = \frac{17.3}{78} \times 10^6 = 2.22 \times 10^5$$

$$1.810 \times 10^6 \text{ g} \times \frac{1}{46} \times 9.6739 \text{ Kcal/gmol} = \frac{17.4}{46} \times 10^6 = 3.80 \times 10^5$$

$$0.267 \times 10^6 \text{ g} \times \frac{1}{46} \times 9.6739 \text{ Kcal/gmol} = \frac{2.57}{46} \times 10^6 = \frac{0.56 \times 10^5}{6.58 \times 10^5}$$

$$Q_4 = 6.58 \times 10^5 \text{ Kcal/batch.}$$

Tercer Paso.

Calor necesario para la refinación del producto:

En virtud de que en la etapa de neutralización la temperatura desciende a 30°C aprox., es indispensable aplicar calor sensible al producto con objeto de alcanzar la temperatura de ebullición de 142°C a 60 mm Hg. ya que hasta ese momento comienza la destilación.

$$Q_5 = m C_p \Delta T$$

$$m = 4,620 \times 10^6 \text{ g.}$$

$$C_p = 72.2 \frac{\text{Cal.}}{\text{gmol } ^\circ\text{K}}$$

$$\Delta T = 142 - 30 = 112$$

$$Q_5 = 4,620 \times 10^6 \times 72.2 \times \frac{112}{172} = 217 \times 10^6 \text{ Cal.}$$

$$Q_5 = 2.17 \times 10^5 \text{ Kcal/batch.}$$

Cantidad de MDE por destilar = 5,540 Kgs.

Calor latente de vap. del MDE λ = 12.908 Kcal/gmol.

$$Q_6 = 5,540 \times 10^6 \text{ g.} \times 12.908 \text{ Kcal/gmol} \times \frac{1}{172} = 4.15 \times 10^5$$

$$Q_6 = 4.15 \times 10^5 \text{ Kcal/batch.}$$

En resumen el calor total necesario para el proceso por --
batch será el siguiente:

$$Q_1 = 1.4 \times 10^5 \text{ Kcal.} = 555 \times 10^3 \text{ Btu.}$$

$$Q_2 = 494 \text{ Kcal.} = 2 \times 10^3 \text{ Btu.}$$

$$Q_3 = 19.7 \times 10^5 \text{ Kcal.} = 7,800 \times 10^3 \text{ Btu.}$$

$$Q_4 = 6.58 \times 10^5 \text{ Kcal.} = 2,600 \times 10^3 \text{ Btu.}$$

$$Q_5 = 2.17 \times 10^5 \text{ Kcal.} = 860 \times 10^3 \text{ Btu.}$$

$$Q_6 = 4.15 \times 10^5 \text{ Kcal.} = \underline{1,650 \times 10^3 \text{ Btu.}}$$

$$Q_T = 13,467 \times 10^3 \text{ Btu/batch}$$

Los servicios de vapor de calentamiento y agua de enfria--
miento necesarios se calculan a continuación:

Vapor de calentamiento.

Se empleará vapor saturado de 100 lbs./in² abs. (psia) con

temperatura de 328°F y contenido calorífico de 888.8 Btu/lb. ... (66).

$$V = \frac{13467}{888.8} \times 10^3 = 15,200 \text{ lbs./batch}$$

Sumando el consumo del eyector = 500 lbs.

$$V = 15.700 \text{ lbs./batch.}$$

Agua de enfriamiento.

$$Q_{W_1} = Q_3 = W_1 \times 1 (120-85) \quad \therefore \quad W_1 = \frac{7,800}{35} \times 10^3$$

$$W_1 = 223 \times 10^3 \text{ lbs.}$$

$$Q_{W_2} = Q_4 = W_2 \times 35 \quad \therefore \quad W_2 = \frac{2,600}{35} \times 10^3$$

$$W_2 = 74 \times 10^3 \text{ lbs.}$$

$$Q_{W_3} = Q_6 = W_3 \times 35 \quad \therefore \quad W_3 = \frac{1,650}{35} \times 10^3$$

$$W_3 = 47 \times 10^3 \text{ lbs.}$$

$$W_T = W_1 + W_2 + W_3$$

$$W_T = 344,000 \text{ lbs./batch.}$$

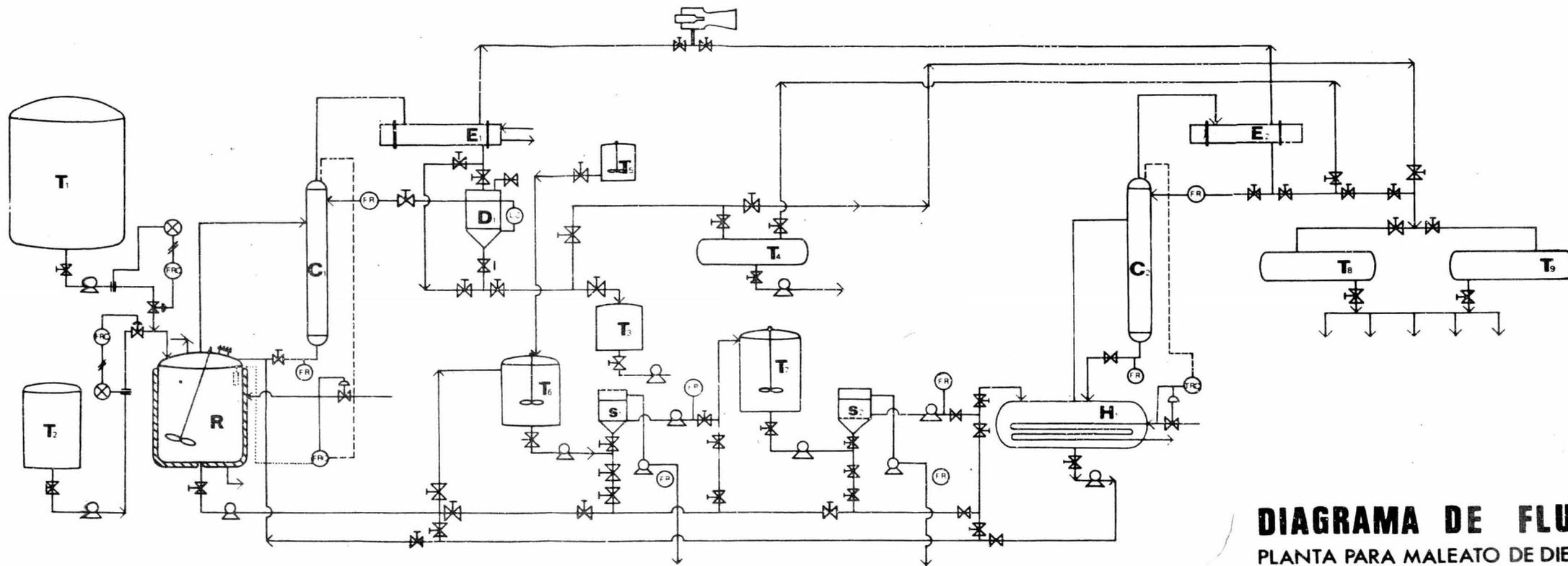


DIAGRAMA DE FLUJO
PLANTA PARA MALEATO DE DIETILO
 FIGURA 7-7

U.N.A.M.

FACULTAD DE QUIMICA
 México d.f.
 1975

CAPITULO VIII. EVALUACION ECONOMICA

a). ESTIMACION DE LA INVERSION FIJA.

Un estudio económico de factibilidad es comúnmente utilizado como una base para obtener fondos con qué financiar proyectos factibles técnicamente que también pudieran representar negocios atractivos económicamente.

La presente evaluación tiene por objeto determinar si este proyecto resulta rentable o no, es decir, si el proyecto dará un porcentaje atractivo sobre la inversión que se piensa realizar; dicho de otra manera, se trata de medir las utilidades de este proyecto en función de la inversión a través del tiempo.

El cálculo de la inversión fija es uno de los elementos -- importantes dentro de la evaluación de un proyecto; la mayor parte de los criterios de decisión se basan en una forma u otra en una comparación de los resultados esperados netos y la inversión total que debe -- efectuarse para lograr el proyecto.

La inversión total es el resultado de sumar la inversión fija y el capital de trabajo.

Dependiendo del grado de exactitud que se requiera y de la cantidad de información disponible, pueden emplearse en términos generales cinco tipos de estimaciones para calcular la inversión fija; se hace a continuación una breve relación de ellas:

TIPOS DE ESTIMACIONES ECONOMICAS

<u>ESTIMACION</u>	<u>ERROR</u>
1. Orden de magnitud	Más del 30%
2. De estudio	del 30%
3. Preliminar	del 20%
4. Definitivo	del 10%
5. Detallado	del 5%

En este caso para cumplir con la finalidad del presente -- estudio, se empleará el tipo de estimación preliminar, con la cual se - obtiene base suficiente para pedir fondos con qué realizar el proyecto - ya que se cuenta con la información suficiente, como por ejemplo, can- - tidad y calidad del producto, servicios necesarios, diagrama de flujo - preliminar, dimensiones del equipo y materiales de construcción del - - mismo, etc.

Los métodos mas comunes para el cálculo de la inversión en orden ascendente tanto en exactitud como en detalle son:

FACTORES DE CAPITAL

METODOS GRAFICOS

FACTORES EXPONENCIALES

FACTORES DE LANG

METODO DE PORCENTAJES

ESTIMACION DETALLADA DE CADA PARTIDA

Dentro del grado de exactitud que se pretende con esta - -
evaluación, el método de porcentajes para el cálculo será suficiente.

1). COSTO DEL EQUIPO.

Los costos fueron obtenidos de fuentes directas por coti--
zaciones de fabricantes de equipo:

<u>DESCRIPCION DEL EQUIPO</u>	<u>COSTO EN MILES DE PESOS</u>
Reactor	\$ 1,000.00
Columna empacada # 1	55.00
Columna empacada # 2	55.00
Condensador # 1	30.00
Condensador # 2	75.00
Tanque decantador	5.00
Caldera	100.00
Tanque # 1 (20.000 lts.)	100.00
Tanque # 2 (6.000 lts.)	40.00
Tanque # 3 (2.000 lts.)	15.00
Tanque # 4 (4.000 lts.)	13.00
Tanque # 5 (1.000 lts.)	8.00
Tanque # 6 (6.000 lts.)	50.00
Tanque # 7 (6.000 lts.)	50.00
Tanque # 8 (5.000 lts.)	30.00
Tanque # 9 (5.000 lts.)	30.00
Eyector	30.00
Equipo de bombeo necesario	50.00
Centrífugas	<u>100.00</u>

Total : \$ 1 836 00

2). CALCULO DE LA INVERSION FIJA.

A = EQUIPO COMPRADO	\$ 1,836.00
Instalación del Equipo = $0.3 \times A$	551.00
Tubería (cotización)	250.00
Instrumentación = $0.1 \times A$	184.00
Aislamiento = $0.06 \times A$	100.00
Instalación Eléctrica = $0.05 \times A$	92.00
Edificios (cotización)	200.00
Acondicionamiento del terreno	50.00
Servicios (ampliaciones)	<u>75.00</u>
B = COSTO FISICO DE LA PLANTA	3,338.00
Ingeniería y construcción = $0.15 \times B$	<u>500.00</u>
C = COSTO DIRECTO DE LA PLANTA	3,838.00
Imprevistos y contingencias = $0.1 \times C$	<u>400.00</u>
INVERSION FIJA:	\$ 4,238.00

b). ESTIMACION DEL CAPITAL DE TRABAJO E INVERSION TOTAL.

El capital de trabajo se puede dividir en dos partes; el --
utilizado para poder producir y el que interviene directamente en la --
producción.

El capital de trabajo es el dinero necesario para poder --
iniciar las operaciones del proyecto y así como se estima el dinero --

para la inversión en equipo, debe estimarse también el capital de trabajo.

Puede decirse que los elementos de este renglón tan importante de la inversión son los siguientes:

1. Caja
2. Inventario de materias primas
3. Inventario de producto en proceso
4. Inventario de producto terminado
5. Cuentas por cobrar

Para la determinación de los elementos arriba mencionados, se empezará por calcular los costos de producción; se incluirá en este renglón todos aquellos elementos que constituyan el insumo necesario para la elaboración del producto en cuestión.

Los costos tienen determinado comportamiento por así decirlo de acuerdo con las variaciones que ofrecen los diferentes renglones; en un análisis como por ejemplo el del costo de producción, los costos pueden dividirse en dos grupos, costos fijos y costos variables, las variaciones se presentan al modificar los niveles de producción. Asimismo, los gastos generales presentan un comportamiento similar.

Suponiendo una variación en los niveles de producción, a continuación se presenta el análisis y desglose de los renglones del costo de producción y gastos generales.

<u>CONCEPTO</u>	<u>FIJO</u>	<u>VARIABLE</u>
<u>COSTO DE PRODUCCION</u>		
1. Materias Primas	-	100%
2. Mano de obra	90%	10%
3. Gastos de fábrica	80%	20%
4. Servicios	20%	80%
5. Mantenimiento	20%	80%
6. Suministros	30%	70%
7. Laboratorio	50%	50%
8. Depreciación	100%	-
9. Seguros	80%	20%
10. Empaque	10%	90%
<u>GASTOS DE ADMINISTRACION</u>		
Sueldos	100%	-
Gastos de Representación	50%	50%
Papelería	50%	50%
<u>GASTOS DE VENTAS</u>		
Sueldos	100%	-
Comisiones	-	100%
Depreciaciones de vehículos	20%	80%
Gastos de viajes	30%	70%
Publicidad	10%	90%
<u>GASTOS DE INVESTIGACION</u>	80%	20%
<u>GASTOS DE FINANCIEROS</u>	50%	

TABLA DE ESTIMACION DEL COSTO DE PRODUCCION

PRODUCTO.	MATERIAL DE EMPAQUE					
suministros de fábrica (0.75% maq. y equipo)			1.836.000.00		13.770.00	16.40
<u>CONTROL DE CALIDAD:</u>					100.000.00	119.00
S u b t o t a l :				\$	787.490.00	\$ 937.60
3. <u>DEPRECIACION:</u>						
10% maq. y equipo	-	-	\$ 1.836.000.00	\$	183.600.00	\$ 218.00
5% edificios	-	-	250.000.00		12.500.00	15.00
<u>IMPUESTOS:</u>	-	-	-		-	-
<u>SEGUROS:</u>						
2% maq. equipo y edif.	-	-	2.086.000.00		41.720.00	49.85
S u b t o t a l :	-	-	\$ 237.820.00	\$	237.820.00	\$ 282.85
4. COSTO GLOBAL DE CONVERSION (2 + 3)						
					\$ 1.025.310.00	\$ 1.220.45
5. COSTO GLOBAL DE PRODUCCION (1 + 4)						
					\$ 11.241.680.00	\$ 13.382.80
6. EMPAQUE						
	Tamb.	4.000	\$ 200.00	\$	800.000.00	\$ 955.10
7. COSTO TOTAL DE PRODUCCION LAB (5 + 6)						
	-	-	-	\$	12.041.680.00	\$ 14.337.90

Dependiendo de si se emplea o no el material de empaque -- (tambores) es posible aplicar dos valores del costo de producción, -- en este caso se aplicará el que incluye la utilización de tambores.

En base a lo anterior se estima el capital de trabajo:

1. Inventario de materias primas (1 mes)	\$ 855.000.00
Inventario de materiales en proceso (1 lote)	56.000.00
Inventario de producto terminado (2 lotes)	<u>132.000.00</u>
	\$ 1.043.000.00
2. Cuentas por cobrar (1 mes precio de venta)	2.100.000.00
Crédito de proveedores (1 mes mat. primas)	<u>855.000.00</u>
	\$ 1.245.000.00
3. Caja o efectivo (1 mes costo de producción)	1.000.000.00
CAPITAL DE TRABAJO (1 + 2 + 3)	3.288.000.00
Inversión Total = IF + CT	
I. F. =	\$ 4.238.000.00
C. T. =	<u>\$ 3.288.000.00</u>
I. T. =	\$ 7.526.000.00

c). ANALISIS DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO.

Estímanse los gastos generales como un 10% de las ventas netas en virtud de que los gastos de ventas son mínimos por la finalidad primordial del proyecto.

v. N. = 840,000 Kgs. X \$ 30.00/Kg. \$ 25.200.000.00
\$ 25.200.000.00 X 0.10 2.520.000.00

El desgloce es como sigue:

Gastos de Administración 2%	\$ 504.000.00
Gastos de ventas 3%	756.000.00
Gastos de Investigación 3%	756.000.00
Gastos Financieros 2%	<u>504.000.00</u>
GASTOS GENERALES:	\$ 2.520.000.00
Costo de Producción	\$ 12.041.680.00
Gastos Generales	<u>2.520.000.00</u>
Costo Total :	\$ 14.561.680.00

ANALISIS ECONOMICO:

Ventas Netas	\$ 25.200.000.00
Costo Total	<u>- 14.561.680.00</u>
	\$ 10.638.320.00
Impuestos (50% G. N.)	<u>- 5.319.160.00</u>
GANANCIA LIQUIDA	\$ 5.319.160.00

RENTABILIDAD = $\frac{G.L.}{I.T.} \times 100$

RENTABILIDAD = $\frac{\$ 5.319.160.00}{\$ 7.526.000.00} \times 100 = 71\%$

ANALISIS DE COSTOS :

<u>COSTO DE PRODUCCION</u>	<u>T O T A L</u>	<u>F I J O S</u>	<u>VARIABLES</u>
Materias Primas	\$ 10.216.370.00	-	\$ 10.216.370.00
Mano de Obra	387.900.00	\$ 349.110.00	38.790.00
Gastos de Fábrica	23.760.00	19.000.00	4.760.00
Servicios	161.920.00	32.320.00	129.600.00
Mantenimiento	100.140.00	20.140.00	80.000.00
Suministros	13.770.00	4.170.00	9.600.00
Laboratorio	100.000.00	50.000.00	50.000.00
Depreciación	196.100.00	196.100.00	
Seguros	41.720.00	41.720.00	-
Material de Empaque	800.000.00	80.000.00	720.000.00
	<u>\$ 12.041.680.00</u>	<u>\$ 792.560.00</u>	<u>\$ 11.249.120.00</u>
Gastos de Administración	\$ 504.000.00	\$ 352.800.00	\$ 151.200.00
Gastos de Venta	756.000.00	226.800.00	529.200.00
Gastos de Investigación	756.000.00	604.800.00	151.200.00
Gastos Financieros	<u>504.000.00</u>	<u>252.000.00</u>	<u>252.000.00</u>
COSTO TOTAL :	\$ 14.561.680.00	\$ 2.228.960.00	\$ 12.332.720.00

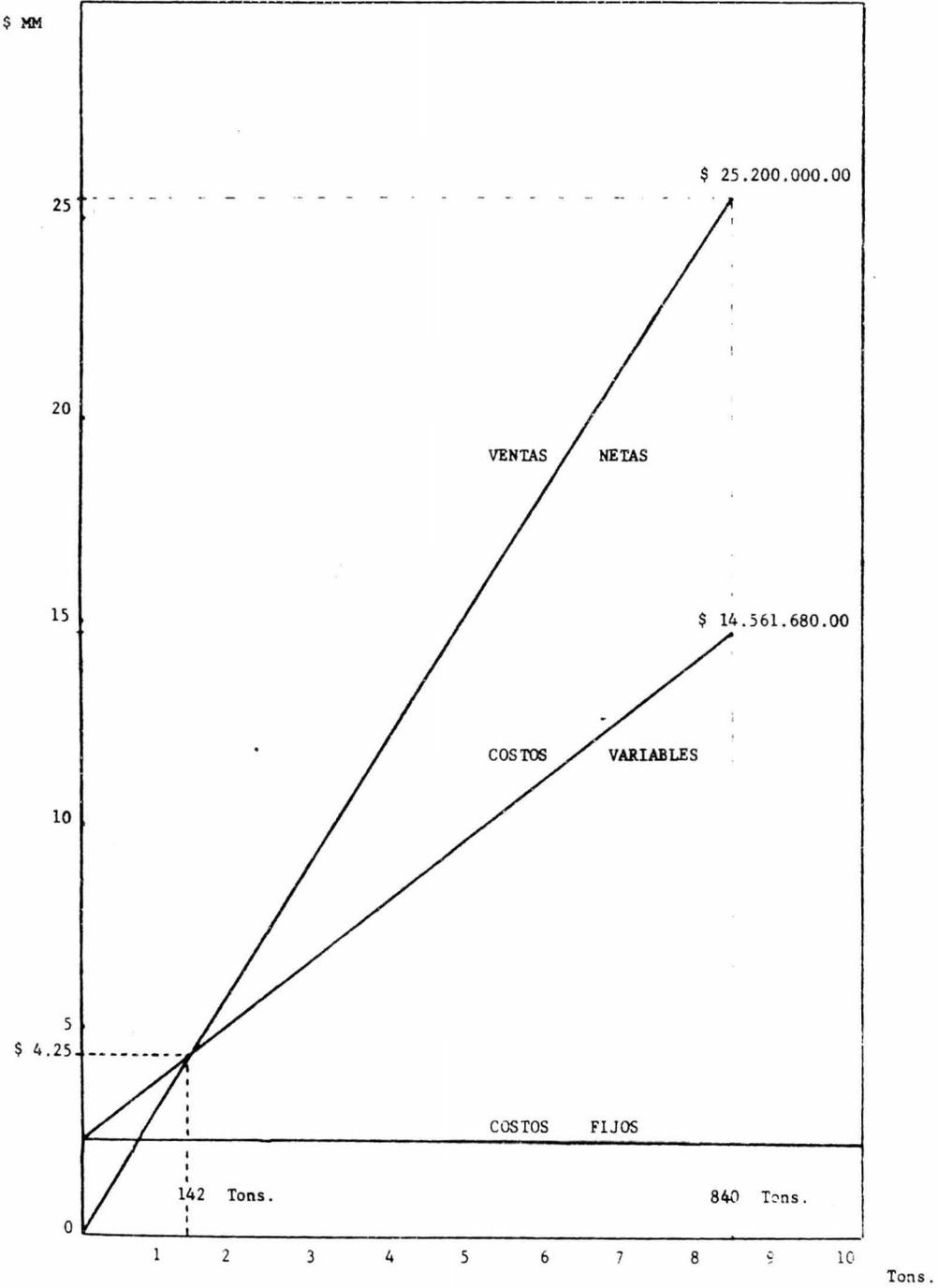
GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

AÑO	PRODUCCION	% CAPAC.	GASTOS VAR.	COSTO TOTAL	VENTAS NETAS
1970	250 tons.	30	\$ 3.699.816.00	\$ 5.928.776.00	\$ 7.500.000.00
1975	440 tons.	52	6.413.015.00	8.641.975.00	13.200.000.00
1980	600 tons.	72	8.879.560.00	11.108.520.00	18.000.000.00
1985	840 tons.	100	12.322.720.00	14.561.680.00	25.200.000.00

DATOS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO:

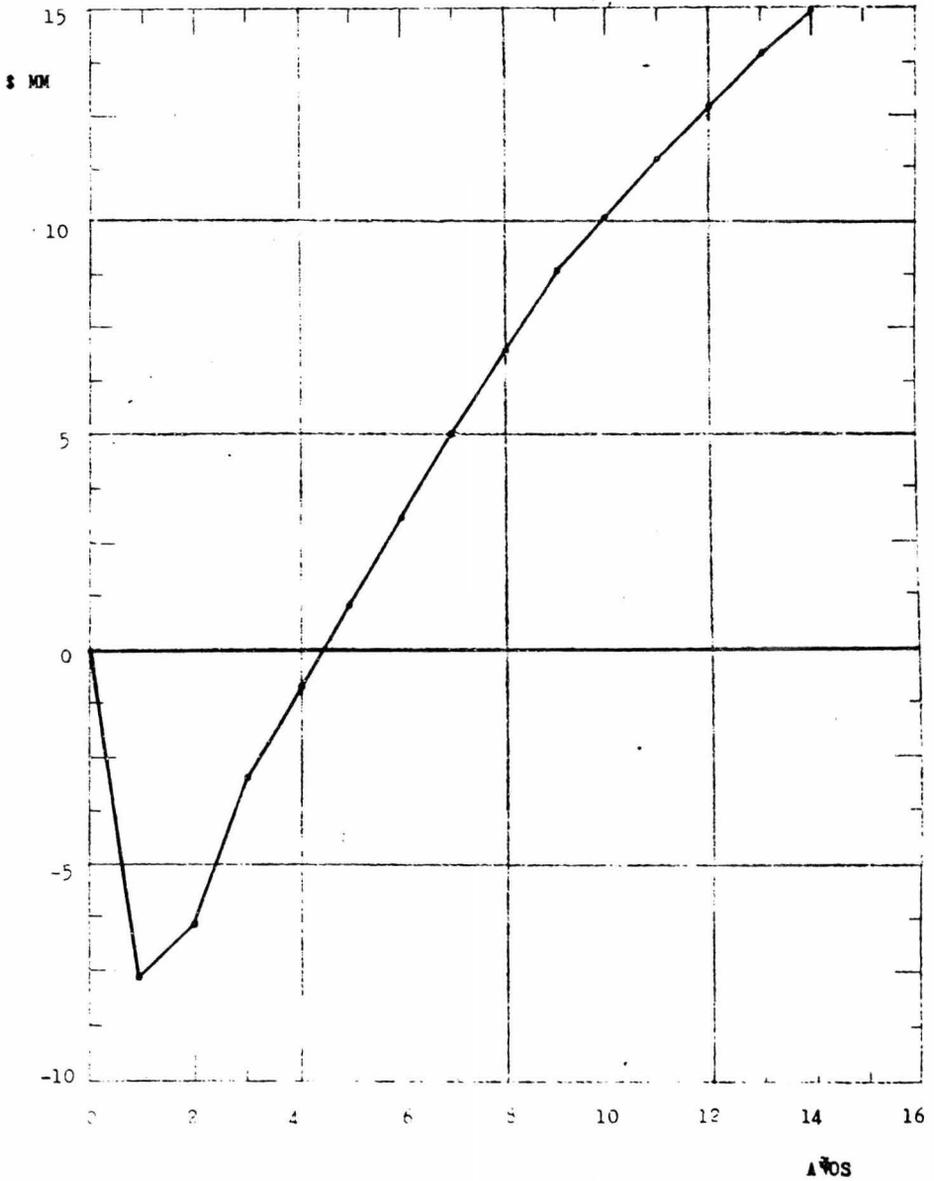
Producción 142 tons. (17%)
 Ventas Netas \$ 4.250.000.00 (17%)

GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO



AÑO	GASTO INICIAL	GANANCIA ANTES IMP. Y DEP.	DEPRECIACION	GANANCIA ANTES IMP.	IMPUESTOS	GANANCIA DESP. IMP.	FLUJO DE EFECTIVO	FLUJO DE EF. ACUMULADO	FLUJO EF. DEDUC. 14%	DCF ACUMULADO
1975	(\$7.526.000)	0	0	0	0	0	(7.526.000)	(7.526.000)	(7.526.000)	(7.526.000)
1976	0	\$ 5.220.816	\$ 196.100	\$ 5.024.716	\$ 2.512.358	\$ 2.512.358	\$ 2.708.458	\$(4.817.542)	2.375.859	(5.150.141)
1977	0	5.687.507	196.100	5.491.407	2.745.704	2.745.704	2.941.804	(1.875.738)	2.263.718	(2.886.423)
1978	0	6.154.198	196.100	5.958.098	2.979.049	2.979.049	3.175.149	1.299.411	2.143.226	(743.197)
1979	0	6.620.889	196.100	6.424.789	3.212.395	3.212.395	3.408.495	4.707.906	2.018.170	1.274.973
1980	0	7.087.580	196.100	6.891.480	3.445.740	3.445.740	3.641.840	8.349.746	1.891.572	3.166.545
1981	0	7.836.948	196.100	7.640.848	3.820.424	3.820.424	4.016.524	12.366.270	1.829.928	4.996.473
1982	0	8.586.316	196.100	8.390.216	4.195.108	4.195.108	4.391.208	16.757.478	1.754.727	6.751.200
1983	0	9.335.684	196.100	9.139.584	4.569.792	4.569.792	4.765.892	21.523.370	1.670.922	8.422.122
1984	0	10.085.052	196.100	9.888.952	4.944.476	4.944.476	5.140.576	26.663.946	1.580.727	10.002.849
1985	0	10.834.420	196.100	10.638.320	5.319.160	5.319.160	5.515.260	37.694.466	1.487.466	11.490.315
1986	0	10.650.820	12.500	10.638.320	5.319.160	5.319.160	5.515.260	43.209.726	1.304.911	12.795.226
1987	0	10.650.820	12.500	10.638.320	5.319.160	5.319.160	5.515.260	48.724.986	1.144.968	13.940.194
1988	0	10.650.820	12.500	10.638.320	5.319.160	5.319.160	5.515.260	54.240.246	1.004.329	14.944.523
1989	0	10.650.820	12.500	10.638.320	5.319.160	5.319.160	5.515.260	59.755.506	880.787	15.825.310
1990	0	10.650.820	12.500	10.638.320	5.319.160	5.319.160	5.515.260	65.270.766	772.688	16.597.998
1991	0	16.650.820	12.500	10.638.320	5.319.160	5.319.160	5.515.260	70.786.026	677.825	17.275.823
1992	0	16.650.820	12.500	16.638.320	5.319.160	5.319.160	5.515.260	76.301.286	594.545	17.870.368
1993	0	16.650.820	12.500	16.838.320	5.319.160	5.319.160	5.515.260	81.816.546	521.744	18.392.112
1994	0	16.650.820	12.500	16.838.320	5.319.160	5.319.160	5.515.260	87.331.806	457.215	18.849.327
1995	0	16.650.820	12.500	16.638.320	5.319.160	5.319.160	5.515.260	92.847.066	401.511	19.250.838
						TOTAL ENTRA	\$ 100.373.066		\$ 26.776.838	
						TOTAL SALE	\$ 7.526.000		\$ 7.526.000	
						N E T O :	\$ 92.847.066		\$ 19.250.838	

CURVA DEL FLUJO DE EFECTIVO
DESCONTADO (ACUMULADO)



APENDICE I

CONSUMO DE D.D.T. TECNICO EN MEXICO (46)
(Tons. métricas)

<u>AÑOS</u>	<u>CONSUMOS</u>
1958	9,450
1959 (principia prod. Nac.)	7,799
1960	5,895
1961	6,399
1962	6,035
1963	5,401
1964	4,174
1965	4,765
1966	2,660
1967	1,900

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE MALATHION (3) (71)

Se ha dado el nombre de MALATHION al insecticida 0,0-dimetil ditiofosfato de dietil-mercaptosuccinato. Este nombre ha sido aprobado por el Comité Interdepartamental contra las plagas y por los Departamentos de Agricultura, del Interior, de la Armada y de las Fuerzas del Aire y por la Agencia de Seguridad Federal de EE. UU. Este compuesto fué primeramente designado con el nombre de MALATHION, S-(1,2-dicarbetoietilo) 0,0-dimetil ditiofosfato, y también Insecticida Experimental n.º 4.049.

Propiedades físicas y químicas:

Nombre químico: 0,0-dimetil ditiofosfato de dietil
mercaptosuccinato

Fórmula empírica: $C_{10}H_{19}O_6 PS_2$

Peso molecular: 330

TOXICIDAD COMPARADA DE INSECTICIDAS, FUNGICIDAS Y HERBICIDAS
(los valores citados son aproximados)

(La toxicidad de los insecticidas para los mamíferos se determina en animales de laboratorio. DL₅₀ significa el número de miligramos del compuesto por kilo de peso corporal necesarios para matar el 50% de los animales objeto del experimento. Mientras mayor sea la DL₅₀, menor será la toxicidad del compuesto para el hombre.)

COMPUESTO	TOXICIDAD ORAL AGUDA DL ₅₀ APROXIMADA (mg./kg., ratas)	TOXICIDAD CUTANEA (Exposición única: 25 hrs.) DL ₅₀ Aprox. (mg./kg., conejos)	TOXICIDAD CRONICA EN RATAS	
			PERIODO DE ADMINISTRACION (semanas)	CONCENTRACION MAXI MA EN LA DIETA SIN EFECTOS TOXICOS IMPORTANTES (ppm)
Insecticida Tedion	14,700+	10,000	-	-
Piperonil butóxico	11,500	1,800 (20% en ftalato di metílico)	-	-
Metoxicloro	6,000	2,820 (grado técnico 30% en ftalato dimetílico)	104	100
Insecticida Per- thane	4,000	-	-	-
Hidrácida maléica	4,000	4,000 (grado técnico)	17	10,000
Cloranil	4,000	1,1 (suspension)	4 días	3,92 mg./kg.
Sulfamato amónico	3,900	-	-	-
TDE	3,400	4,000	104	100
Acido acético metil -1-naftaleno	2,140	-	104	2,500
Ovex	2,050	-	-	-

Insecticida Genite 923	1,400	180 en 15 aplicaciones no produjeron síntomas	-	-
MALATHION 0,0-dimetil fosforoditioato de dietil mercaptosuccinato	1,375	4,444 (ratas)	104	5,000
Glyodin	1,300	-	104	90
Diclon	1,300	-	104	1,580
Ronnel	1,250	-	-	-
Kelthane	1,100	1,230 (ratas)	-	-
Arseniato de plomo	1,050	2,400 (ratas)	-	-
Clorobensilato	1,040	-	-	-
MELPREX*dodine	1,000	2,100	104	800
Acido acético naptaleno	1,000	-	-	-
Insecticida Thanite	1,000	6.0 cm ³ (grado técnico sin diluir)	-	-
Insecticida Clorthon	800	1,500-4.500 (ratas)	-	-
Thiram	865	-	65	300
Insecticida Sevin	850	4,000 (ratas)	-	-
Aletrina	680	-	16	5,000

cont.

Insecticida Dipterex	630	2,000 (ratas)	-	-
2-4-D	500	600 (15% de ingrediente activo en una formu lación comercial)	30	1,000
Dicapthon	400	790 (ratas)	-	-
Clordano	335	530 (ratas)	104	25
DN - 111	330	-	35	200
2,4, 5-T	300	-	30	1,000
Escila roja	300	-	-	-
Sulfato cúprico	300	-	-	-
Arseniato de calcio	298	2,400 (ratas)	-	-
Dimethoate	215	-	90 días	32
Insecticida Baytex (Bayer 29493)	215	330 (ratas)	-	-
Criolita	200	-	-	-
Piretrinas	200	1,880	104	1,000
Rotenona	132	940	104	25
Fluosilicato sódico	125	-	-	-
Tártaro emético	115	-	-	-

cont.

D.D.T.	113	2,510 (ratas)	-	-
Thiodan	110	359	-	-
Diazinon	108	900 (ratas)	-	-
Heptacloro	100	195 (ratas)	-	-
Verde de Paris	100	2,400 (ratas)	-	-
Ethion	96	915	-	-
Insecticida Lethane 384	90	0.025-0.5 (concentraci3n al 50%)	-	-
Toxafeno	90	1,075 (ratas)	104	100
Lindano	88	1,000 (ratas)	104	50
Sulfato de nicotina	83	285 (ratas)	-	-
D.D.V.P.	80	107 (ratas)	-	-
Pentaclorofenol	78	-	-	-
Nicotina	50-60	50	43	60
Dieldrin	46	90 (ratas)	16	25
Insecticida De Inav	43	235 (ratas)	-	-

Aldrin	39	98 (ratas)	16	25
E.P.N.	36	230 (ratas)	-	-
Trithion	30	54 (ratas)	-	-
Endrin	17.8	15 (ratas)	104	5
Estricnina	16.2	6.1-1.0 (SC)	-	-
Parathion metf- lico	14	16 (ratas)	-	-
Guthion	13	220 (ratas)	-	-
Parathion	13	21 (ratas)	104	50
Schradan	9.1	15 (ratas)	-	-
Demeton	6.2	14 (ratas)	16	20
Insecticida Fosdrin	6.1	4.7 (ratas)	-	-
Thimet* forato	2.3	6.2 (ratas)	90 días	6
TEPP	1.2	-	-	-
Insecticida CO-ral (Bayer 21/199)	-	860 (ratas)	-	-

GRAFICAS COMPARATIVAS DE LA SEGURIDAD DEL INSECTICIDA MALATHION CON OTROS INSECTICIDAS

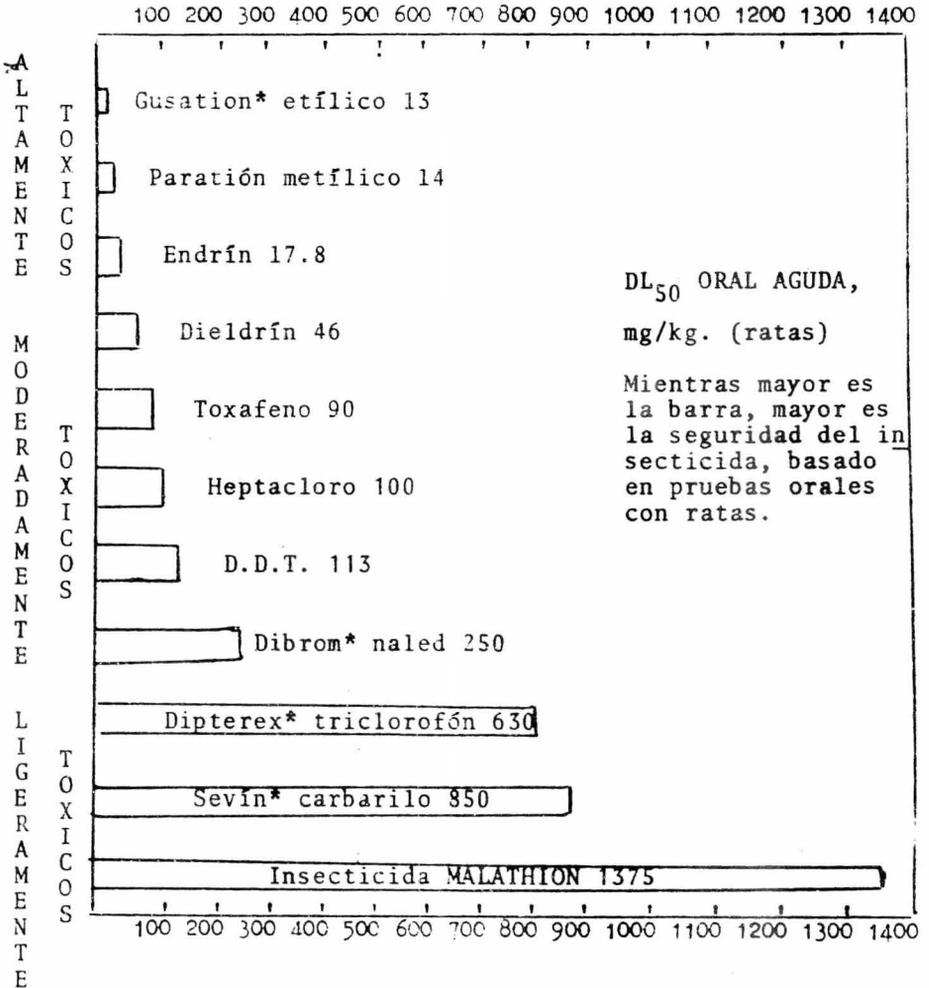


Fig. I -1

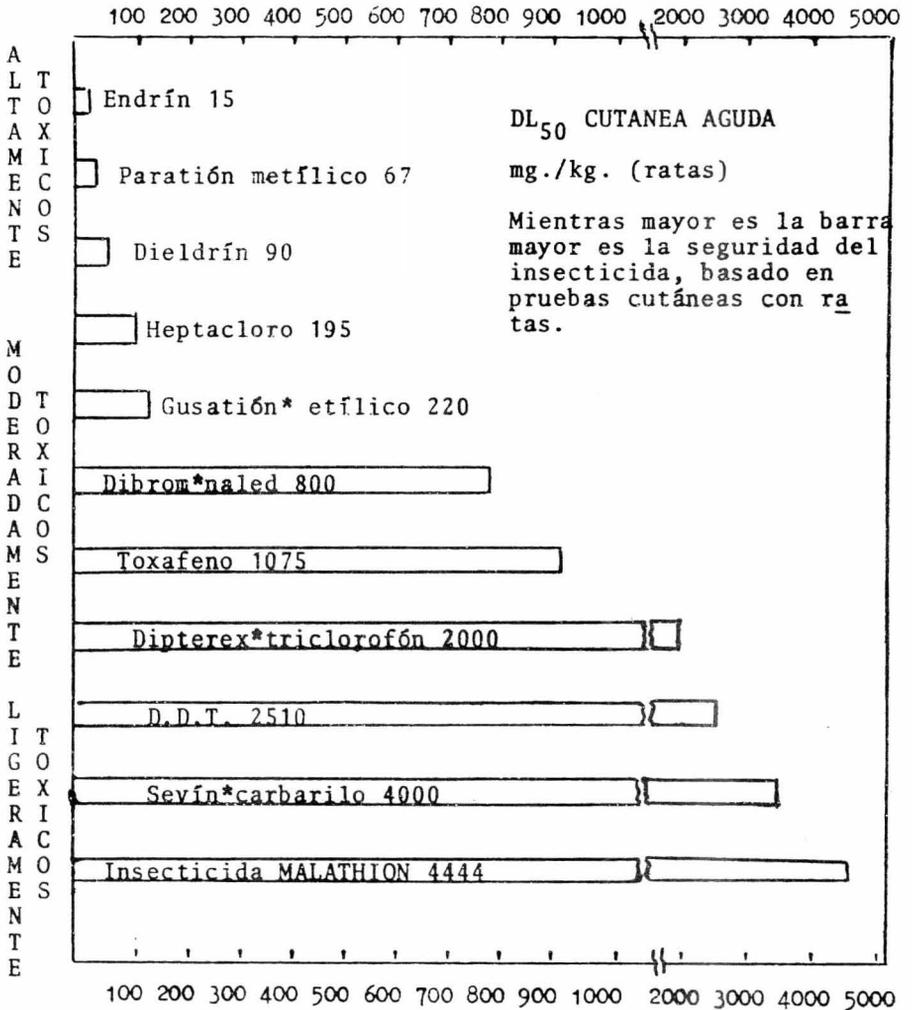


Fig. I -2

APENDICE II

CLASIFICACION DE CULTIVOS Y PRODUCTOS AGRICOLAS

Las características más sobresalientes de los cultivos contempladas según su uso, su importancia económica, industrial y de mercadeo, nos permiten formar los siguientes grupos que faciliten y den mayor agilidad a su análisis e interpretación: (30)

I PRINCIPALES PRODUCTOS ALIMENTICIOS

- 1.- Maíz
- 2.- Frijol
- 3.- Trigo
- 4.- Arroz
- 5.- Papa

II OLEAGINOSAS

- 6.- Ajonjolí
- 7.- Cacahuete
- 8.- Cártamo
- 9.- Algodonero Semilla
- 10.- Soya
- 11.- Copra
- 12.- Higuierilla
- 13.- Linaza

III OTROS ALIMENTICIOS

- 14.- Jitomate
- 15.- Chile seco
- 16.- Chile verde
- 17.- Garbanzo
- 18.- Ajo
- 19.- Camote
- 20.- Cebolla
- 21.- Chicharo
- 22.- Ejote
- 23.- Haba
- 24.- Lenteja

IV PRINCIPALES PRODUCTOS DE EXPORTACION

- 25.- Algodonero (pluma)
- 26.- Café
- 27.- Henequén

V PRINCIPALES PRODUCTOS
INDUSTRIALIZABLES

- 28.- Avena
- 29.- Azúcar
- 30.- Cacao
- 31.- Cebada
- 32.- Tabaco

VI FORRAJES

- 33.- Alfalfa
- 34.- Sorgo

VII FRUTAS DE CICLO CORTO

- 35.- Fresa
- 36.- Jícama
- 37.- Melón
- 38.- Sandía
- 39.- Piña

VIII FRUTALES CICLO LARGO

- 40.- Aguacate
- 41.- Ciruela de almendra
- 42.- Durazno
- 43.- Guayaba
- 44.- Limón
- 45.- Mango
- 46.- Manzana
- 47.- Naranja
- 48.- Nuez (encarcelada)
- 49.- Olivo
- 50.- Palmera de coco
- 51.- Plátano
- 52.- Pera
- 53.- Vid

APENDICE III

CULTIVOS Y PLAGAS POR CULTIVO (47)

A) Plantas de cultivo extensivo

PLANTA	P A R A S I T O
Alazor	Afidos o pulgones, chinches, langostas, saltamontes
Algodón	Picudo del algodouero, arañita roja del desierto, pulgón del algodouero, salta hojas, moscas blancas, gusano del algodón, gusano moreno de la hoja, gusano perforador de la hoja, trips, chinches, miridos, gusano bello tero del algodón, pulga saltona del algodón, oruga militar tardía, saltamontes, oruga hilandera del jardín.
Arroz (grano)	Minadores de la hoja, chinche hedionda del arroz, gusano del arroz.
Cacahuates	Trips - Salta hojas de la papa
Café	Cochinilla, escamas, chinche harinosa, minador de la hoja del café, escama verde, cochinilla negra, pulgón negro de los citros
Soya	Escarabajo o conchela del frijol
Tabaco	Pulguilla del tabaco, pulgones, trips de las cebollas
Veza	Pulgón del guisante, picudo de la veza, ata-hojas omnivoro

B) Plantas de forraje

PLANTA	P A R A S I T O S
Alfalfa	Afidos o pulgones, saltahojas de la papa, ácaros rojos, larvas del picudo de la alfalfa, salivazo, picudo de la vera, saltamontes, pulgón manchado de la alfalfa, picudo de la hoja del trebol, pulgón del guisante, chinches miridos, gusanos militares
Heno de granja cesped de alpiste	Escarabajo de la hoja del cereal
Punta roja Timothy 20000 amarillo	Escarabajo de la hoja del cereal
Pastizales y potreros	Langostas, pulgones, saltahojas
Plantas herbaceas, pastos y heno herba <u>ce</u> ceo	Saltamontes, pulgones, saltahojas, gusanos militares
Trebol	Pulgones, langostas, saltahojas, picudo de la hoja del trebol

C) Cereales

PLANTA	P A R A S I T O S
Cebada, maíz, avena, trigo.(granos:	Pulgón inglés de los granos, escarabajos de la hoja de los cereales
Cebada, avena, cent <u>e</u> no, trigo	Gusanos militares, pulgón de invierno de los granos, saltamontes jóvenes

PLANTA	PARASITO
Tierras no cultivadas	Saltamontes

D) Hortalizas y legumbres

PLANTA	PARASITO
Ajo, ajo porro, chalote, alcachofa, apio, <u>batata</u>	Pulgones, trips, saltahojas, ácaros rojos Saltahojas, <u>minador</u> de la hoja de la <u>campañilla</u> .
Berenjena	Pulgones, ácaros rojos, chinches de encaje
Brocoli	Pulgones, gusano de la col, <u>folena</u> de la col, orugas sobre el brocoli.
Calabacines	Medidor de la alfalfa, pulgones, ácaros rojos, gusano del pepinillo, oruga rosada de las cucurbitáceas, <u>escarabajos</u> del pepino.
Calabazas	Pulgones, ácaros, saltahojas, <u>barrenillo</u> de la calabacera
Cebollas, chalote	Trips, mosca de la cebolla
Coles, <u>bretón</u> , nabo	Pulgones, gusano importado de la col, <u>falena</u> de la col
Coles de bruselas, coliflor, <u>colirabano</u> , col-rizada	Polilla del repollo, <u>áfidos</u> , orugas, gusanos de la col, <u>falena</u> de la col Pulgones, orugas, chinche arlequín, gusano importado de la col, <u>falena</u> de la col, polilla del repollo
Diente de León, <u>berro</u> , <u>Acelgas</u> , <u>Peréjil</u>	Pulgones
Escarola	Pulgones y ácaros
Espárragos	Escarabajo de los espárragos, trips
Espinacas	Pulgones
Frijoles	Escarabajo del frijol, saltahojas,

PLANTA	P A R A S I T O
Frijoles secos, guisantes	Chinches, miridos
Matas para forraje	Pulgón del guisante, gorgojo de la arveja
Guisantes	Medidor de la alfalfa, medidor del apio
Lechugas	Pulgones, ácaros, medidor de la col, saltahojas
Lentejas	Pulgón del caupi, pulgón del guisante
Maíz (dulce)	Escarabajo de la savia del maíz isoca del maíz
Maíz (cont)	Escarabajo de la savia del maíz Trips, pulgones saltamontes, chapulines juvenes, gusano de la raíz del maíz
Melones	Saltahojas en los cantalupes, oruga barrenadora, pulgones, ácaros rojos, escarabajo del pepino
Mostaza	Pulgones, gusano importado de la col, falena de la col, pulguillas
Nabo Gallego	Pulgones
Papas	Pulgones, saltahojas, chinche falsa, chinche harinosa
Pepinos	Pulgones, ácaros rojos, gusano del pepinillo, escarabajo del pepino
Pimientos	Pulgones, mosca del pimiento
Quimbombo, rábanos, chirivia	Pulgones, escarabajo japones
Salsiff, rábano picante o rústico	Pulgones
Remolacha Repollo Setas	Pulgones Pulgones Acaros
Tomates	Acaros rojos, pulgones, ácaro bermejo del tomate, mosca de la fruta en fermentación

E) Frutas y Nueces

PLANTA	P A R A S I T O S
Aguacates	Cochinilla, Trips de invernadero, medidor omnivero, chinche del naranjo, escama blanda
Albaricoqueros	Polilla del manzano, chinche del naranjo, cochinilla europea, escama blanda, pulgones
Almendros	Pulgones, ácaros rojos, barrenos del melocotonero
Avellanos Cacao castaño americano Dátiles	Pulgón del avellano, chinche harinosa del manzano, polilla del botón, cochinillas, chinches de encaje Trips de banda roja, pulgón negro de los cítricos Acaros Escarabajo nitidulido
Cerezos Ciruelas y prunos	Pulgón negro del cerezo, gusano enrollador de la hoja, mosca de la fruta, polilla del botón, barrenillo menor del melocotonero, cochinilla Pulgón harinoso del ciruelo, gorgojo del ciruelo, barrenillo menor del melocotonero, arañita roja europea, cochinilla, polilla del botón
Cítricos Toronjas Limonos, limas Naranjas, Mandarinas, Tangerinas, kinates	Cochinilla roja, cochinilla amarilla, cochinilla morada, cochinilla negra Cochinilla blanda, cochinilla citrícola, cochinilla roja y morada De la florida, trips, pulgón verde de los cítricos, mosca del mediterráneo

PLANTA	P A R A S I T O S
Cocoteros	Chinche harinosa de la piña,, chinchilla del cocotero
Durazneros	Arañita roja europea, arañita bimaculada, polilla oriental de la fruta, picudo del ciruelo, co chinilla, pulgón verde del melo cotonero, pulgón negro del cere zo, pulgón negro del melocotone ro, pulgón monoso del ciruelo, escarabajo japonés, barrenillo menor del melocotonero, cochini lla europea, coccido terrapin, cochinilla algodonosa del du raznero
Higos	Perforadores de las ramas del melocotonero, cochinillas, es carabajo de la fruta seca, mos cas del vinagre
Macadamia, mangos	Chinche hedionda
Granadilla, Guayaba	Mosca de la fruta
Manzanos	Pulgón lanudo del manzano, poli lla del botón, pulgón verde del manzano, pulgón rosado del manza no, chinche harinosa, arañita roja europea, arañita parda, ácaro wi llamete, arañita bimaculada, poli lla del manzano, gorgojo del cirue lo, gusano enrollador de la hoja de banda roja, cochinilla, oruga azotadora, gusano de bolsa, salta hojas, coccido putnam, cochinilla San José, minadores de la hoja, - tendiformes, oruga amarilla.
Membrillos	Gorgojo del ciruelo, gusano del manzano, polilla oriental de la fruta

PLANTA	PARASITOS
Nogales	Mosca del hollejo de la nuez, pulgones, ácaros
Olivos	Escama de San José, escama negra
Pacanas	Acaros rojos, pulgones, estuche-ro de la fruta y de la hoja de la pacana, filoxera de la pacana, polilla del botón de la pacana
Perales	Acaros, psilido del peral, coch <u>i</u> nilla, polilla del manzano, gorgojo del ciruelo, gusano enrollador de la hoja, gusano enrollador de banda roja, pulgón del manzano, áfido del grano del manzano, coch <u>i</u> nilla forbes, cochinilla San José
Persicos	Picudo del ciruelo, ácaros, coch <u>i</u> nilla parlatoria
Piña	Cochinilla

F) Frutas Pequeñas

PLANTA	PARASITOS
Arandano agrio	Saltahojas, tortricido cabecinegro, ninfas del salivitas, gusano del arandano
Frambuesas	Escarabajo de la savia
Fresas	Pulgones, ácaros rojos, picudo de la raíz de la fresa, chinches, mi-ridos, salivitas, trips, saltahojas de la papa, enrollador de la hoja de las fresas, moscas blancas.

PLANTA	P A R A S I T O S
Grosellas	Acaros, escarabajo japones, pulgón de la grosella, pulgón importado del grosellero
Moras, zarzamoras, velludas, zarzamoras híbridas, frambruesas	Acaros, Trips, saltahojas, escarabajo japones, pulgones, cochinilla de la rosa
Uvas	Saltahojas de la vid, ácaros rojos, cochinilla, escarabajo japones, cochinilla europea de los frutales, mosca del vinagre
Vacinio	Saltahojas picudo, gusano del arandano, gusano de la cereza, gusano del arandano, gorgojo del ciruelo, escarabajo japones
Vides en semilleros comerciales	Filoxera invernante de la vid

G) Plantas Ornamentales

PLANTA	P A R A S I T O S
Plantas ornamentales	Cochinilla, chinche de encaje, cochinilla del bonetero, pulgones, chinche harinosa, ácaros rojos, mosca blanca, chinche de 4 rayas, escarabajo japones adulto, saltahojas de la papa, chinche manchada, trips, saltahojas de la rosa, polilla del brote del pino, cochinilla escamosa, minador de la hoja, minador de la hoja de boj, gusano de bolsa, oruga telarañosa, cochinilla de las azaleas, quermes del roble, cochinilla cocido de la magnolia, coccido fletcher coccido rojo de la florida, coccido del enebro, larvas de...

PLANTA	P A R A S I T O S
	negra, cochinilla del pino monterrey, cochinilla blanda, cochinilla de la pinocha, cochinilla de la colmena
Invernaderos	Cienpies, colémbolos, cochinillas
Rosas, claveles, crisantemos	Pulgones, moscas blancas, chinche harinosa, trips, araña bima culada

H) Ganado

ANIMAL	P A R A S I T O S
Ganado vacuno de carne y no lactante Caballos	Piojos, garrapatas, moscas de los cuernos
Ganado vacuno (lechero)	Moscas de los cuernos
Cerdos	Piojos, sarna sarcopática
Ovejas y cabras	Piojos, garrapatas, falsas garrapatas

I) Aves de corral

ANIMAL	P A R A S I T O S
Aplicación directa pintura para perchas tratamientos de los gallineros	Acaros de las aves del norte, piojillos de las aves, acaros rojos de las gallinas Acaros de las aves del norte, ácaros rojos de las gallinas,

	P A R A S I T O S
Inmersión de la cola	Acaros de las aves del norte, piojillos del cuerpo de las gallinas, piojillos de las plumas, pulgas de las gallinas en aves al aire libre
Cajones para baños de polvo	Acaros de las aves del norte, piojillos
Baños de polvo en cajones y en huecos naturales en el suelo	Pulgas adherientes de las gallinas
Gallineros al aire libre	Pulgas adherientes de las gallinas
Gallineros de crianza	Pulgas adherientes de las gallinas en aves de criaderos

J) Animales del hogar

	P A R A S I T O S
Perros y gatos alojamiento de los animales	Pulgas, garrapatas, piojos, sarna otodéctica Pulgas

K) Piojos en el hombre

	P A R A S I T O S
Humanos	Piojos

L) Viviendas, lecherías y Plantas de procesar alimentos

	P A R A S I T O S
Viviendas	Hormigas, grillos, ácaros del trebol, tijeretas, insectos de las despensas, escarabajo, gorgojos de la harina, picudo del arroz, carcoma del tabaco, escarabajo de las boticas, polilla india de la harina, escorpiones, lepsimas, arañas, cien pies, chinches, antrenos, polillas de la ropa, cucarachas, hormigueros cespedes
Exteriores	Mosquitos y pequeños insectos voladores
Interiores	Mosquitos y pequeños insectos voladores
Alojamientos	Moscas
Cobertizos	Eliminación larvas de moscas
Establecimientos elaboración leche en polvo	Antrenos negros y otras especies del género trogoderma

M) Granos almacenados

	P A R A S I T O S
Semillas, frijoles, papas, tabaco, cacao, cereales	Arañitas de los granos, escarabajo, ferruginoso de los granos, escarabajo chato de los granos, escarabajo de los granos, polilla india de la harina, barrenillo menor de los granos, picudo de los granos, picudo del arroz, polilla de los cereales, escarabajo de las boticas, gorgojo rojo de la harina, gorgojo de la harina, escarabajo Khapra.

APENDICE IV

FACTORES DETERMINANTES EN LA ELECCION DE UN PARASITICIDA

I EFECTIVIDAD BIOLOGICA

- a) Efecto sobre fauna nociva.
- b) Efecto sobre fauna benéfica.

En el primer caso es deseable la mayor acción del parasiticida, pero en el segundo es más importante su menor efecto sobre la fauna benéfica.

II RESIDUALIDAD

- a) Persistencia de su efecto contra la fauna nociva.
- b) Persistencia de residuos o acumulación de las mismas que representa contaminación del suelo o frutos y plantas tratadas y peligro de intoxicación para los consumidores o la fauna silvestre. También en este caso es deseable una mayor persistencia del producto, pero sin que esto represente problemas de acumulación o conservación de residuos tóxicos.

III FORMA DE ACCION

- a) Veneno estomacal por excelencia.
 - 1.- Sin penetración a la planta.
 - 2.- De acción sistémica.
- b) Veneno de contacto por excelencia.
- c) Con pronunciada acción fumigante.

Para el combate de cada plaga representa ventajas en cierta forma de acción del producto, por ejemplo: en aquellos casos en que se trata de insectos muy voraces se logran en general mejores resultados con los productos de acción estomacal sin penetración a la planta (gusano de cuerno, gusano peludo, etc.) Aquellas plagas que se protegen en el envés de las hojas, debajo de telarañas, en hojas enrolladas, etc., y que además tiene un potencial biótico muy elevado se pueden combatir favorablemente con productos de efecto sisté-

Contra las plagas que tienen mucho movimiento sobre la planta, ofrece ventajas el uso de los productos de contacto y - por ejemplo, entre los insectos que su principal actividad es como voladores, en lugares cerrados, el efecto fumigante de un buen insecticida dará mejores resultados.

IV ESPECIFICIDAD

- a) Con efecto simultaneo sobre varias especies.
- b) Con efecto determinante sobre una especie importante.

En algodónero, por ejemplo, con mucha frecuencia es necesario combatir con una sola aplicación varias especies, por lo que si un producto las combate, ello representará una economía de tiempo y dinero, de otra forma, es necesario recurrir a mezclas de varios productos o a una serie de aplicaciones, inclusive con productos de acción fisiológica distinta.

Por otra parte, existen plagas tan importantes y difíciles de combatir como el gusano Bellotero, que al destacarse el efecto de un producto sobre la misma, representa una ventaja tan notable que le dá una marcada preferencia para su elección.

V COMPATIBILIDAD

Es necesario que al seleccionar un producto y aplicarlo, se logre el eficiente efecto que se busca contra la plaga de que se trate, pero sin dañar la planta objeto de protección, pues de otra forma el beneficio se minimiza o se pierde. Por otra parte, frecuentemente se necesita hacer uso de mezclas para combatir un complejo de plagas y en estos casos deben elegirse los productos que además de llenar otros requisitos, tales como economía y facil manejo puedan mezclarse sin perder su eficacia y sin aumentar la posibilidad de dañar a las plantas o sus productos.

VI TOXICOLOGIA

En dos productos que ofrezcan las mismas ventajas en cuanto a su eficiencia de combate y costo deberá elegirse el que sea menos

tóxico. Esta premisa es de máxima importancia para evitar hasta donde sea posible que el manejo inadecuado de productos químicos en general pueda ocasionar problemas serios a la salud humana, dado el diferente nivel cultural de los usuarios o consumidores finales.

VII PRECIOS DEL PRODUCTO NECESARIO PARA APLICAR UNA UNIDAD DE SUPERFICIE.

A igualdad de eficiencia debe elegirse el producto más económico, pero debemos recordar que no siempre el producto más barato es el más eficaz.

Cuando un técnico ha evaluado basicamente los factores antes descritos y llega a la elección del o los productos que deben usarse, ya no puede haber substitución ventajosa si ésta no representa finalmente una suficiente reducción de precios y en tal virtud, el técnico responsable de combatir adecuada y eficientemente las plagas agrícolas, necesita contar con todas las armas que constantemente están desarrollándose en el mundo entero y que debemos poner a su alcance.

A P E N D I C E V

IMPORTACIONES DE INSECTICIDAS, 1958-1967, EN TONELADAS

PRODUCTO	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Aldrin	89.8	35.0	62.8	44.0	53.1	64.0	96.2	110.5	135.8	113.2
Arseniato de calcio y preparaciones	0.4			0.1	46.9	0.1	5.4	0.7		
Arseniato de Magnesio(preparaciones)				9.9	0.4	0.3	0.1			
Arseniato de Plomo	0.2		0.2	7.6			3.0	0.3		5.1
Arsenito de Cobre y preparaciones	26.0	3.9	5.6	5.4	32.2	54.3	0.6			
Arsenitos o arseniados no especificados	0.1	2.1	0.3	1.4		0.2	2.0			
Baytex			2.6	2.1	8.2	21.6	6.0	22.5	30.0	37.5
B H C	2928.4	1544.3	614.2	1546.4	717.6	101.9	427.3	81.2	102.1	33.0
Bidrin							1.3	2.5	4.5	17.2
Butoxido de Piperonilo						0.02	1.0	3.7	4.7	2.4
Cianuro de Calcio	1.4	36.6	7.0	35.0	54.3	1.5	80.0			
Clordano	73.9	35.0	43.2	108.2	16.7	44.4	27.9	62.5	44.0	52.2
Clorobenceno	2.1	0.9	16.0	0.1		0.4		6.3	1.9	0.1
Diazinon						5.5	9.0	14.5	21.6	3.0
D.D.T. y formulaciones (1)	7771.6	1732.5	944.3	886.0	412.3	978.3	295.2	1874.5	1441.5	1674.0
Dieldrin	210.0	163.7	187.1	129.2	80.0	33.3	82.7	20.0	40.0	45.3
Dinitro Ortocresol						1.1				
Dimetoato							1.1			
Dipterex	42.0	73.0	85.0	182.0	209.9		76.5	60.0	140.0	119.6

PRODUCTO	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Disyston	64.0		46.0		6.5			6.0		5.7
Endrin			144.5	108.3	290.0	274.0	195.0	96.0	259.5	334.7
Fumigantes a base de Acido Cianhdrico		1.3	0.9	3.1	1.3					
Fumigantes no especific.	97.2	247.0	414.1	192.5	253.5	190.1	349.1			
Gusation Etflico						27.6	48.5	53.0	50.0	
Gusation Metflico	86.4	40.1	80.3	161.2	116.3	122.0	98.1	211.6	120.6	161.4
Heptacloro	98.0	25.4	62.9	81.5	68.9	28.0	96.8	24.9	72.9	32.2
Lindano						16.8	54.1	39.8	41.4	33.5
Malathion	43.5	25.4	62.9	81.5	68.9	28.0	96.8	115.4	211.9	218.6
Metasystox 25%	30.0	20.0	58.0	50.5	125.0	55.0	35.0	82.5	79.0	24.0
Metoxychlor			3.0	4.5	2.0	3.0	1.5	0.2	0.5	0.5
Papeles, pebetes y pajuclas	6.3			0.1	0.03	0.1	0.1		1.0	0.8
Paraciones y preparaciones	1996.3	1048.4	1292.3	1965.9	2819.4	3550.4	4295.2			
Piretro y preparaciones	0.7	2.8	4.4	6.9	2.4	6.3	2.9	0.6	0.1	2.3
Piretro activado con Butóxido de Piperonilo							0.7	1.7	3.0	2.3
Preparaciones a base de Estricina	0.4	3.1	0.2							
Rotenona y preparaciones	16.4	15.4	8.8	0.4	7.6	0.4	6.2			
Sevin			335.0	773.0	2364.0	50.0	1270.0	1245.1	1298.9	1698.0
Sulfato de Nicotina (preparaciones)			0.3	0.3	0.2	0.6				

PRODUCTO	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Telodrin			2.0	15.0	60.0	85.0	6.5	15.0	18.0	44.4
Toxafeno	2467.3	708.3	1253.9	1405.4	2151.2	69.8	108.3	83.9	48.7	96.0
Trithion				105.0	10.0	57.0	20.0	38.5	29.2	3.8
Otros (2)	4799.6	1942.5	1589.6	1959.4	3055.4	1896.5	4272.7	1097.0	512.7	336.9
Acricid									1.0	2.0
Acido Cianhídrico								6.5	6.3	0.4
Arseniato de cobre										0.1
Asuntol								25.0	48.0	80.0
Azodrín									3.8	6.8
Baygon										1.0
Bromometano								374.0	276.0	306.0
Bujías con insecticida								2.7	0.3	
Butóxido de piperonilo								3.7	4.7	2.4
Cartones con ácido cianhídrico									25.2	0.4
Ciodrin									1.0	
Clorobencilato									6.2	6.6
Delnav								10.0		
Delphene									0.6	1.0
Dibrom									1.3	4.5
Dimecron										8.2
Ekatin									0.2	
Endosulfan									80.0	
EPN									0.7	
Ethion								4.7	14.0	2.0

P R O D U C T O	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Folithion								25.5	29.8	35.0
Forato									38.1	37.3
Fac								15.7	3.0	24.9
Imidan										2.0
Isolan									0.3	0.2
Kelthane								3.6	15.0	28.6
Metacil								1.5	40.0	5.0
Metil Demeton								15.6	77.4	20.6
Mirex										1.2
Nankor									3.7	1.6
Noxfish (Ro tenona)								20.5	29.3	12.7
Ovotran									36.3	202.0
Parathion Etílico								2809.8	925.6	1069.4
Parathion Metílico								6556.4	7250.9	3755.4
Perthane								0.1		
Phenkapton								1.4		
Rogor								46.2	90.8	62.6
Supona									1.0	5.6
Supracid									4.0	
Tiguvon								10.0	30.0	37.5
T O T A L E S	20852.0	8066.7	7331.4	9838.0	12992.6	7757.5	11979.7	15404.4	13754.0	10818.3

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. "What's new in Agricultural Chemicals". En: Vegetable Crop Management. Dic. 1969. p.18-20.
2. AMERICAN CYANAMID. CYANAMID INTERNATIONAL. TECHNICAL DEPARTMENT. Malathion LV Concentrado en aspersión de volumen ultrabajo. Wayne N. J., Cyanamid International. 50 p. ilustr.
3. AMERICAN CYANAMID. CYANAMID INTERNATIONAL. FARMING PRODUCTS. Malathion; manual para elaboradores de insecticidas. Wayne N. J., Cyanamid International. 136 p. ilustr.
4. INGENIEROS AGRONOMOS PARASITOLOGOS, A.C., MEXICO. Los insecticidas agrícolas y su utilización en México; tendencias y repercusiones. México, ed. del a., 1968. 38 p. ilustr.
5. GUTENMANN, WALTER H. y DONALD J. LISK "Gas chromatographic determination of Organophosphorus insecticides". En: Agricultural and food chemistry. V. 11, N. 6, Dec. 1963. p. 470.
6. METCALF, C.L. y W.P. FLINT. Insectos destructivos e insectos - útiles; sus costumbres y su control. México, CECSA, 1964 350 p.
7. FLETT, LAWRENCE H. y WILLIAM HOWLETT GARDENER. Maleic Anhydride Derivates; Reactions of the double Bond. New York, - John Wiley & Sons, 1952, 269p.
8. OTHMER, F. DONALD, HERMAN F. MARK y JOHN J. MC KETTA. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. 2 ed. New York, John Wiley & Sons, Inc. 1963. Vol. 8. p.313-383; Vol. 12 - p. 819-837.

9. BARTLETT, PAUL J. y KENZIE NOZAKI. "The Polymerization of Allyl compounds" En: Journal of the American Chemical Soc. v.68 Aug. 1946. p. 1495-504.
10. LEWIS, FREDERICK M. y FRANK R. MAYO. "Copolymerization" En: - Journal of the American Chemical Soc. V. 70, April 1948. p. 1519-32; 1533-36.
11. TONG, L.K.J. y W.O. KENYON. "Copolymerization" En: Journal - of the American Chemical Soc. Vol. 70, Jun. 1949. p. -- 1925-29.
12. STAFFORD, R.W., J.F. SHAY y R.J. FRANDEL. "Preparation and Properties of Diethyl Esters and Potassium Salts". En: Analytical Chemistry. V. 26 No. 4, Oct. 1956. p. 656-61.
13. MILLER, CLAY ROBERT y JOHN S. BRADLEY. "Disubstituted Phospine Oxides" En: Journal of The American Chemical Soc. V. 78 Oct. 1956. p. 5299-5303.
14. HINDERSINN, R. RAYMOND y RALPH S. LUDINGTON. "The Reaction of trialkyl Phosphites with Maleate Esters". En: Journal - of Organic Chemistry. V. 30, Dec. 1965. p. 4020-4025.
15. BADER, A., R. BUCKLEY y F. LEAVITT. "Kinetic Study of the Addition of Methyl radicals to Maleate Esters" En: Journal of the American Chemical Soc. V. 79, 1957. p. 5621.
16. BOEING, H. Unsaturated Polyesters. New York, American Elsevier Pub. Co., 1964.
17. STARK, D. Polymerization of Fumarate Esters and copolymerization with olefins. Wiesbaden, West Germany, F. Becker & Co. 1961.
18. BUTLER, G. "Polymerization" En: Journal of Polymer Science. V. 48, 1961. p. 279.
19. DOWBENKO, R. and W. CHANG. "Polymerization" En: Polymer Letters. V.2, 1964. p. 469.

20. U. S. Pat. 3,078,302 (1963) J. Franz & M. Farrar (Monsanto Co.)
21. U. S. Pat. 2,764,609 (1956) H. Gamrath (Monsanto Co.)
22. NOSAKI, K. "Isomerization" En: Journal of the American Chemical Soc. V. 63, 1941. p. 2583 y 2681.
23. U. S. Pat. 2,414,066 (1947) W. Scott (Wingfoot Corp.).
24. SELTZER, S. "Isomerization" En: Journal of The American Chemical Soc. V. 83, 1961. p. 1861.
25. KISTIAKOWSKY, G.B. and WALTER R. SMITH. "Kinetics of thermal -- Cis-Trans Isomerization" En: Journal of The American Chemical Soc. v. 56, Mar. 1934. p. 638-642.
26. TURUNEN, LAHJA. "Reactivity of double Bonds of Fumaric and Maleic Esters at elevated temperatures" En: Industrial and Engeneering chemistry; Product research and development. V. 1, Mar. 1962. p. 40-45.
27. HAMMOND, G. "Photostationary Equilibrium of fumarates and Maleates" En: Journal of the American Chemical Soc. V. 86, 1964. p. 3213.
28. KLOETZEL, M. "Diels-Alder reaction of Maleic Anhidride & derivatives" En: Organic Reaction. V. 4, 1948. p. 1
29. ANUARIO DE COMERCIO EXTERIOR DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.
Dirección General de Estadística. Sría. de Industria y Comercio. México. 1972.
30. PLAN AGRICOLA NACIONAL. Sría. de Agricultura y Ganadería.
México. 1971 - 1972.
31. REPORTES DIRECCION GENERAL SANIDAD VEGETAL. Sría. de Agricultura Y Ganadería. México. 1969.

32. EL CULTIVO DEL ALGODONERO EN LOS VALLES DE MEXICO. Srfa. de Agricultura y Ganadería. México.
33. REPORTES DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. Srfa. de Agricultura y Ganadería. Chapingo, México.
34. VADEMECUM DE PRODUCTOS QUIMICO-AGRICOLAS. Cyanamid de México, -- S. A. de C. V. México. 1969.
35. OIL PAINT & DRUG REPORTER; CHEMICAL PROFILES. Nov. 20, 1967; Feb. 5, 1968.
36. "TARIFA DE HONORARIOS DE LOS AGENTES ADUANALES". LEYES, DECRETOS, Etc. Ley de Timbre y Renta. México; Ed. Andrade, 1964 p. 50 - 60.
37. GORDON, L. PHILIP and RUTH ARODNOWITZ. "Non catalytic Esterification of Octyl Alcohol and Polybasic Acids" En: Industrial & Engineering Chemistry. Vol. 37 N. 8, Aug. 1945. p. 780-782.
38. PETERSON L. MARVIN & JOHN W. WAY. "Esterification". En: Industrial & Engineering Chemistry. Vol. 52 No. 9, Sept. 1960. p. 807-809.
39. U. S. Pat. 2,127,660 (1938) Gerald H. Coleman (Dow Ch. Co.)
40. MITCHOVITCH, V.M. "Preparation des Esteres" En: Bull. Soc. - Chim. Mém. v. 4 No. 5, 1937. Pag. 1661-1669.
41. U. S. Pat. 2,295,513 (1941) Theodore F. Bradley (Am. Cyanamid Co.)
42. U. S. Pat. 2,411,136 (1942) Steward B. Luce (Monsanto Ch. Co.)
43. CUMMING, HOPPER & WHEELER. Systematic Organic Chemistry. New York, 1937. p. 255.

44. CORSON, B.B. & ADAMS E. "Ethyl Fumarate" En: Organic Synthesis. V. 10, 1930. p. 48-52.
45. FIESER, LOUIS F. & MARY FIESER. Química Orgánica. 2ed. México Grijalvo, 1960. p. 209-216.
46. Ibid., p. 787.
47. AMERICAN CYANAMID. CYANAMID INTERNATIONAL. FARMING PRODUCTS. -- Malathion; Guía del Agricultor. Wayne N. J. Cyanamid International. 80. p.
48. ALLIED CHEMICAL & DIE CORPORATION. NATIONAL ANILINE DIVISION. Maleic Anhidride. New York, National Aniline Div., Allied Ch. & Die Corp., 1956. 58 p.
49. THE CONDENSED CHEMICAL DICTIONARY. 8 Ed. New York, Van Nostrand Reinhold Co., 1971. 971 p.
50. BOLIN, RICHARD L. & LOUIS UNIKEL. How to pick a plant site. -- Reprinted from Business/Mexico.
51. México. Presidente (DIAZ ORDAZ GUSTAVO) 1964-1970. Sept. 1965, 1966 y 1967.
52. ROSS, S. & CHRISTENSEN, J. Tax incentives for Industry in Mexico. Cambridge, Law School of Harvard University, 1959.
53. UNIKEL, LOUIS. "Urbanización y la Zona Metropolitana de la Ciudad de México" En: Comercio Exterior. V. 16 No. 11, Nov. - 1966. p. 839-849.
54. OLIZAR MARYNKA. Guide to the Mexican Market. México 2ed, 1965.
55. YATES, PAUL L. El Desarrollo Regional de México. Banco de México, S. A. 1961.

56. PERRY, JOHN H., CECIL H. CHILTON y SIDNEY D. KIRKPATRICK. Chemical Engineers Handbook. 4ed. New York, Mc. Graw Hill 3-59, 3-199, 3-222, 6-29-6-32, 3-219, 3-142, 3-144.
57. ITALCOLLOID S.P.A. "Procedimiento di preparazione del Diethyl Maleato". Carta 12 Jun. 1969 Italcolloid s.p.a.
58. OROZCO, FERNANDO D. Análisis Químico cuantitativo. 4ed, México, Porrúa, 1962. 485 p.
59. MARON, SAMUEL H. & CARL F. PRUTTON. Principles of Physical Chemistry. 3 ed, New York, Mac Millan, 1958. p. 91, 138-170 263-285.
60. NORMAN. W.S. Absorption, Distillation and Cooling Towers. 2 ed, Great Britain, Longmans, 1962. p. 120, 149, 151-168, - - 170-248, 301-323-. 330-341.
61. TREYBAL, ROBERT E. Mass-Transfer Operations. New York, Mc. - Graw Hill, 1955. p. 110-115, 133-145, 257-352.
62. HENLEY, J. ERNEST & HERMAN BIEBER. Chemical Engineering calculations. New York, Mc Graw Hill , 1959, p. 106, 178-199.
63. KERN, DONALD Q. Process Heat Transfor. New York, Mc. Graw Hill, 1950, 871 p.
64. LORD, R.C., P.E. MINTON and R.P. SLUSSER. "Design of heat Exchangers" En; Chemical Engineering. V. 77 No. 2, Jan. 1970 p. 96-118.
65. Handbook of Chemistry & Physics. 53 ed. The Chemical Rubber Co. 1972-1973. p. D-1, D-151.
66. Steam Tables. Properties of Saturated and Superheated steam. 3 ed. Combustion Engineering, Inc., Windsor, Conn. 06095, 1940.
67. BERUMEN, M.N. Dr. "El Panorama actual de la Industria de Insecticidas en México". En: Ponencias. Foro Nacional de la - Industria Química, 1. 1968.

68. AMERICAN CYANAMID COMPANY. Technical Data for Aero^(R) DIALKYL MALEATES. Plastics & Resins Div. May. 1962.
69. UNIBASIC, INC. Export Subsidiary of Alcolac Chemical Corp. Carta Sept. 5, 1969 de Unibasic, Inc. "Technical data for QUOLAC^(TM) MER DEM (Diethyl-Maleate)".
70. ASHCROFT AND I. CLIFFORD. "Alkyl Maleates" En: Chemical Products & Chemical News. V. 11, 1961.
71. NEGHERBON, WILLIAM O. Handbook of Toxicology. Philadelphia & London. W. B. Saunders Co. V. 3 Insecticides, p. 451-464.
72. KLOSTERGAARD, HENRY. "Esterification with Trapping phase". En: Analytical Chemistry. V. 23, Jan. 1958. p. 108-110.
73. ARIES, R. S. and NEWTON R.P. Chemical Engineering cost estimation. New York, Mc. Graw Hill, 1955.
74. VILBRANDT, F. C. and DRYDEN C.E. Chemical Engineering Plant Design. 4ed., New York, Mc. Graw Hill, 1959. p. 189-264.
75. PRIMER CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA DE COSTOS. Memoria. S.M.I.C., México 1971. p. 62-81.
76. ALLEN, D. H. A guide to the economic Evaluation of Projects. England, The Institution of Chemical Engineers, 1972 44p.
77. PARK, WILLIAM R. Cost Engineering Analysis; A guide to the Economic Evaluation of Engineering Projects. New York, - John Wiley * Sons., Inc. 1973. 308 p. ilus.
8. HUNT, PEARSON, CHARLES M. WILLIAMS Y GORDON DONALSON. Financiación Básica de los Negocios; Texto y Casos. Traducción 1964. 982 p.