



32

2e

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

EVALUACION DE LA SINTESIS DE  
CLORHIDRATO DE PROCAINA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

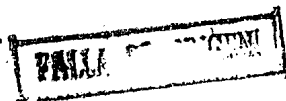
INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

JULIETA

DOMINGUEZ

TAYLOR



MEXICO, D.F.

1990



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**INDICE:**

1. INTRODUCCION .....	3
2. GENERALIDADES .....	7
3. RUTAS COMPARATIVAS .....	23
4. ESTUDIO DE MERCADO .....	35
5. ESTUDIO MACROECONOMICO .....	45
6. ESTUDIO MICROECONOMICO .....	67
7. ESCALAMIENTO A NIVEL INDUSTRIAL .....	74
8. ESTUDIO ECONOMICO COMPARATIVO DE LOS PROYECTOS ...	99
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	119
10. BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS .....	123

# 1. INTRODUCCION

### INTRODUCCION:

En los últimos años la economía mexicana ha experimentado amplias transformaciones en su estructura. Tal vez, la de mayor trascendencia, se refiere al cambio en la estrategia de desarrollo, que anteriormente se basaba en una economía cerrada a la competencia externa y orientada hacia la producción para el mercado interno; mientras que en la actualidad, la política comercial busca la integración de México a las corrientes mundiales de comercio.

Este proceso de apertura comercial hace que las empresas enfrenten una competencia mayor y por lo tanto, tengan mayores incentivos para optimizar sus procesos y aumentar sus esfuerzos de producción.

Muchas empresas mexicanas utilizan procesos de producción no adecuados, lo que ocasiona que sus costos de producción sean más elevados que los de compañías extranjeras y sus tiempos de reacción sean mayores, por lo que la producción es menor en el mismo periodo de tiempo.

El producto seleccionado es el Clorhidrato de Procaína, compuesto que ha sido de gran importancia en la industria farmacéutica desde principios de siglo; empezó siendo utilizado como anestésico local en 1905 sustituyendo a la cocaína debido a que no cuasa adcción; sin embargo, su

aplicación en este sentido ha ido disminuyendo conforme se han ido desarrollando otros anestésicos locales menos tóxicos. Actualmente se utiliza en la producción de la penicilina G procaínica, la cual tiene como característica principal que produce un efecto antibiótico prolongado debido a que es liberada lentamente; esta característica ha hecho que este antibiótico sea de gran importancia en la actualidad. También se ha encontrado que el Clorhidrato de Procaína ayuda a retardar el proceso de envejecimiento de algunos tejidos, por lo que empieza a ser utilizado en la industria de los cosméticos y geriatría.

La procaína es el 4-aminobenzoato de 2-(dietilamino) etilo y básicamente puede ser producido a partir del ácido p-aminobenzoico y el dietilaminoetanol, o a partir del ácido p-nitrobenzoico y el dietilaminoetanol con posterior reducción.

El objetivo de este trabajo es mostrar en forma simple una manera de realizar un estudio comparativo, tanto técnico como económico, de dos procesos diferentes para sintetizar un mismo producto (en este caso el clorhidrato de procaína). El mercado de este producto existe en la actualidad y no se pretende demostrar si se puede penetrar en el mercado y competir contra los productores actuales, sino que únicamente se desea mostrar si la ruta por la que se sintetiza actualmente este producto en México es la más conveniente.

Para lo anterior, en el presente trabajo se incluye una revisión bibliográfica de las diversas vías de síntesis, la manera de seleccionar los dos procesos a comparar, un estudio a nivel laboratorio de los procesos de síntesis, un breve estudio macroeconómico, un estudio de mercado en base al cual se realizarán las proyecciones a futuro para nuestro producto, un estudio microeconómico, un estudio técnico en donde se predimensionará el equipo a utilizar, un estudio económico comparativo en el que se elaborará un estudio de los costos que inciden sobre las dos rutas sintéticas seleccionadas, el estudio financiero proforma y el estudio de sensibilidad y, finalmente, las conclusiones y recomendaciones.

## 2. GENERALIDADES



### GENERALIDADES:

Las drogas que bloquean la conducción nerviosa pueden ser de dos tipos:

- Agentes neurológicos que causan la destrucción del tejido nervioso y proporcionan un alivio al dolor permanente.
- Anestésicos locales, los cuales inducen un bloqueo temporal de la conducción del impulso nervioso y proporcionan un alivio al dolor que puede durar desde unos minutos hasta varias horas.

Los anestésicos locales sintéticos se pueden dividir en dos grupos: los compuestos ligeramente solubles y los compuestos solubles. Los anestésicos locales ligeramente solubles son utilizados únicamente para aplicaciones superficiales, la anestesia que inducen no es completa pero es de larga duración. Sólo los anestésicos locales solubles de relativamente baja toxicidad pueden ser inyectados, a ésta última clasificación pertenece el clorhidrato de procaina (1).

#### 1. HISTORIA:

El primer anestésico local descubierto fue la cocaína, alcaloide que se encuentra en las hojas de Erithorxylon coca, arbusto que crece en las montañas de los Andes entre 915 y 2740 m de altitud (2). Durante muchos siglos esta sustancia

ha desempeñado un papel importante en la vida política y social de los habitantes de las sierras altas del Perú por la sensación de bienestar que produce.

En 1884 se introdujo por primera vez como anestésico local (3) pero debido a sus efectos tóxicos y a su tendencia a producir adicción en 1892 se comenzó la investigación química de sustitutos sintéticos de la cocaína.

El Clorhidrato de Procaína fue sintetizado por primera vez en 1905 por Einhorn (2) y se introdujo a la práctica médica con el nombre de "NOVOCAIN" como anestésico local.

## 2. ESTRUCTURA:

Su molécula está constituida por un grupo amino terciario hidrófilo (dietilaminoetanol), en el cual el etanol funciona como grupo intermedio para unir, mediante una unión ester, la parte hidrofílica de la molécula a un residuo aromático lipófilo (ácido p-aminobenzóico).

La fórmula de la Procaína como tal se muestra en la figura 1.

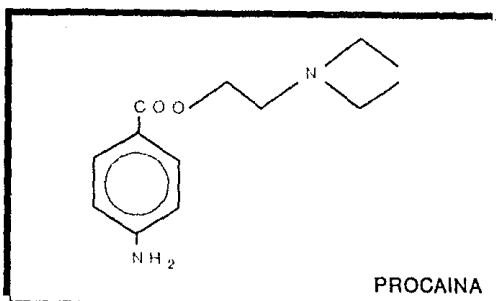


FIGURA 1

y la fórmula del Clorhidrato de Procaina aparece en la figura 2.

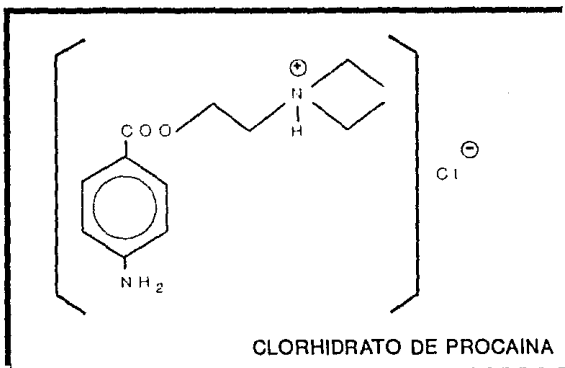


FIGURA 2

De acuerdo con la I.U.P.A.C. el nombre correcto para la Procaina es: 4-aminobenzoato de 2-(dietilamino)etilo (4).

### 3. PROPIEDADES FISICAS:

El clorhidrato de procaína es un polvo blanco cristalino, inodoro, con un punto de fusión entre 153-156°C, su peso molecular es 272.79 y su pKa es de 8.7 a 25°C. A 20°C es soluble en una solución compuesta por una parte de agua y 25 partes de alcohol, es ligeramente soluble en cloroformo y prácticamente insoluble en eter (5).

### 4. ESTABILIDAD:

Las soluciones acuosas de procaína se degradan por hidrólisis en el ácido p-aminobenzóico y el dietilaminoetanol. El ácido es convertido por descarboxilación en anilina, la cual es entonces oxidada a varios productos de color púrpura. La hidrólisis es catalizada por los iones hidrógeno e hidroxilo. A 25°C las soluciones son más estables a un pH aproximado de 3.5 (6).

### 5. ACCION FARMACOLOGICA:

Inmediatamente después de su descubrimiento la procaína desplazó a la cocaína como anestésico local, por ser menos tóxica y no crear dependencia. Es destruida en la sangre con

mucha rapidez por lo que tiene mucha menor tendencia a acumularse después de su absorción desde el lugar de la inyección. Suele suministrarse junto con un vasoconstrictor que retrasa su absorción, disminuyendo aún más su toxicidad. Después de absorbida la procaína es hidrolizada en la sangre en ácido p-aminobenzóico y dietilaminoetanol por acción de esterases plásmicas. Aproximadamente el 80% del ácido y el 30% de la amina son eliminados con la orina, el resto es metabolizado en el hígado (2). A pesar de la gran importancia que tuvo el descubrimiento de la procaína como anestésico local, su aplicación en este sentido ha ido disminuyendo conforme se han ido desarrollando otros anestésicos locales menos tóxicos. Otro factor que es necesario considerar al seleccionar la utilización de la procaína es el hecho de que ésta puede causar alergias.

El ácido p-aminobenzóico inhibe la acción de las sulfonamidas, por lo que cuando se utiliza un tratamiento con "sulfas" no deben utilizarse anestésicos locales que sean derivados del ácido p-aminobenzóico, como la procaína.

La procaína posee acción antiarrítmica en el corazón, pero no posee un valor terapéutico con este fin, debido a que se destruye rápidamente en la sangre y porque las grandes dosis intravenosas necesarias para que funcione en este sentido se acercan a las que producen convulsiones actuando sobre el cerebro.

Las inyecciones intramusculares repetidas de procaína amortiguada a pH = 4.3 hacen más lento el proceso de envejecimiento de algunos tejidos. Esta propiedad de la Procaína se está estudiando actualmente y en un futuro próximo va a ser de gran importancia (7).

La procaína forma sales o conjugados con algunas otras drogas que son menos solubles que sus sales. De estos compuestos el más importante es la **PENICILINA G PROCAINICA**, y la utilización de la procaína como materia prima para sintetizar este compuesto es el uso principal que tiene actualmente (8).

Penicilina es el término genérico de un grupo de sustancias naturales y semisintéticas de carácter antibiótico. La estructura básica de las penicilinas es un anillo tiazolidínico (A) unido a un anillo de  $\beta$ -lactama (B), al cual está unida una cadena lateral (R); la cadena lateral establece muchas de las características antibacterianas y farmacológicas de cada tipo particular de penicilina. (Ver figura 3)

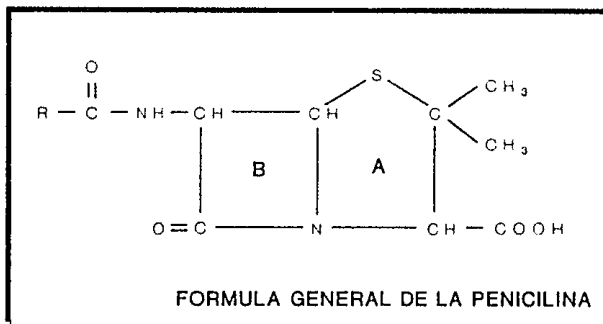


FIGURA 3

La penicilina G es la bencilpenicilina, su descubrimiento ha jugado un papel muy importante en el avance de la terapia mediante penicilinas debido al efecto antibiótico prolongado que posee, con la consecuente minimización de los periodos de administración requeridos, comparada con las sales de penicilina solubles en agua; además de que produce un nivel de penicilina en sangre más uniforme en el periodo existente entre inyección e inyección. A concentraciones bajas es muy efectiva contra muchas especies de cocos gram positivos y gram negativos, y en concentraciones medianas o altas afecta a un gran número especies de bacilos gram negativos.

La penicilina G procainica tiene la ventaja de que se libera lentamente desde un depósito intramuscular logrando así un efecto antibiótico prolongado. Este efecto no tiene ninguna relación con la acción de anestésico local que tiene la procaina, aunque este último disminuye el dolor de la inyección.

Como se mencionó con anterioridad el uso principal del clorhidrato de procaina es la producción de la penicilina G procainica al hacerlo reaccionar con la penicilina G potásica (9). (Ver figura 4)

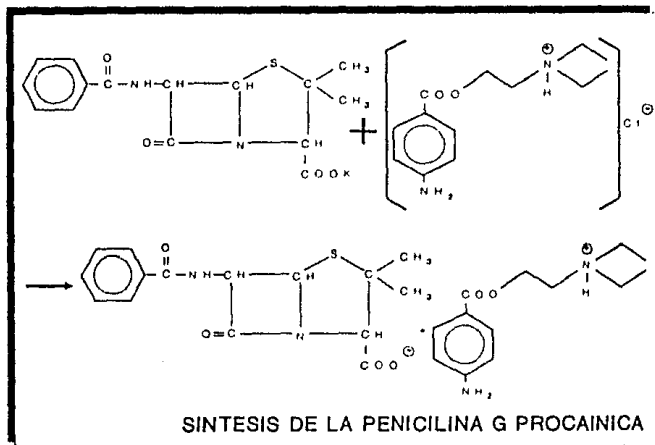


FIGURA 4

**6. OBTENCION:**

Para sintetizar la procaina se puede partir prácticamente de dos ácidos diferentes y hacerlos reaccionar con el dietilaminoetanol:

- a) Acido p-aminobenzoico
- b) Acido p-nitrobenzoico (con posterior reducción)

Primero veremos las distintas rutas por las que podemos sintetizar la procaina partiendo del ácido p-aminobenzoico:

- 1a. Realizando la esterificación directa del ácido p-aminobenzoico con el dietilaminoetanol en medio ácido:



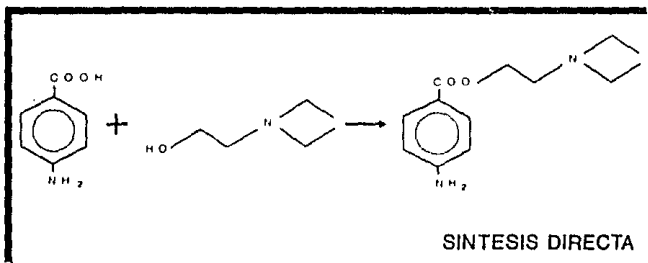


FIGURA 5

- 2a. Haciendo reaccionar al ácido primero con cloruro de tionilo, posteriormente el cloruro del ácido formado se hace reaccionar con el dietilaminoetanol para darnos la Procaina:

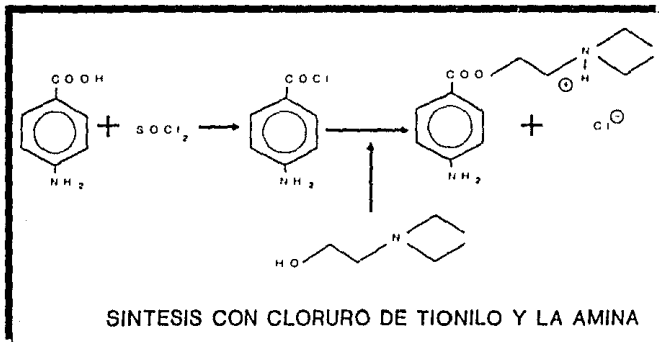


FIGURA 6

- 3a. Llevando a cabo primero una reacción entre el ácido y etanol o metanol, y después realizar una transesterificación con el dietilaminoetanol al vacío utilizando sodio como catalizador: (10)

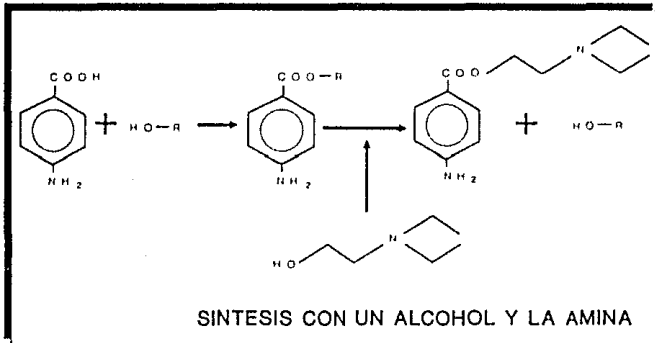


FIGURA 7

4a. Poniendo a reaccionar el ácido p-aminobenzoico con ácido acético, etanol, clorhidrato del cloruro de 2-(dietilamino) etilo y la trietilamina: (11)

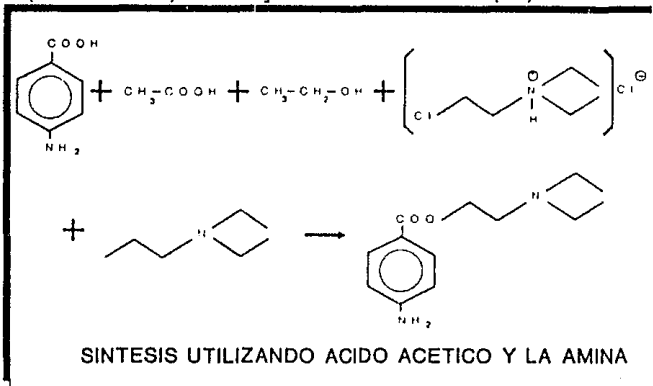


FIGURA 8

Como se puede apreciar en estas reacciones las principales materias primas son el ácido p-aminobenzoico y el

dietilaminoetanol, a excepción de la última en la que en vez de utilizar dietilaminoetanol usamos el cloruro del alcohol. Estas son las rutas más directas para producir la Procaina,

Las vías sintéticas en las que se utiliza el ácido p-nitrobenzoico son:

- 1b. Llevando a cabo la esterificación directa entre el ácido p-nitrobenzoico y el dietilaminoetanol con su posterior reducción: (12)

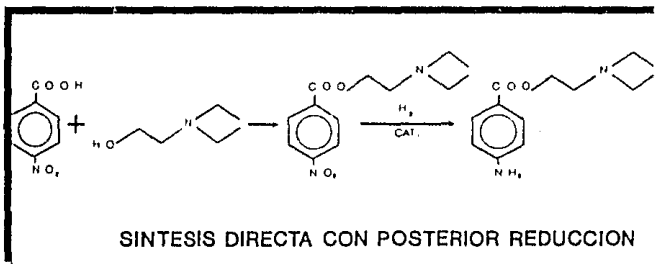


FIGURA 9

- 2b. Haciendo reaccionar el ácido con metanol o etanol como primer paso de la síntesis, realizando después la transesterificación con el dietilaminoetanol y finalmente la reducción para obtener la procaina: (13)

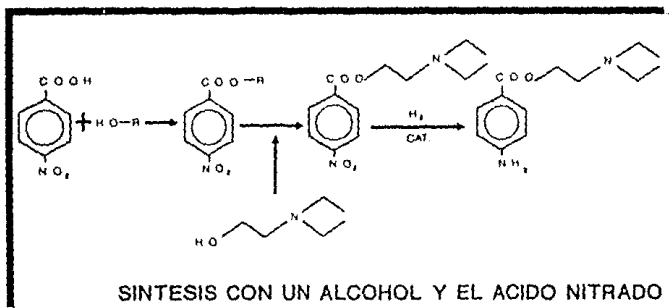


FIGURA 10

- 3b. Formando primero el cloruro del ácido utilizando cloruro de tionilo y después haciéndolo reaccionar con el dietilaminoetanol (con posterior reducción):

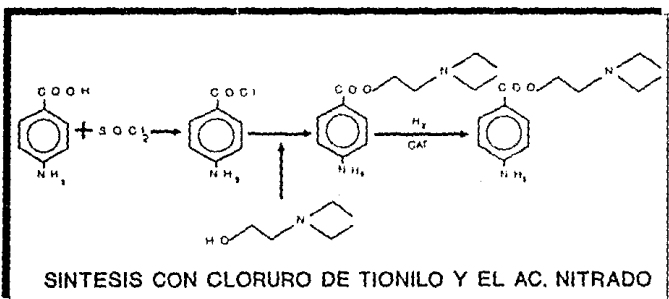


FIGURA 11

Para llevar a cabo la reducción del dietilaminoetil p-nitrobenzoato también se estudiaron varias rutas que se

encontraron en la bibliografía:

- a) Realizando la reducción por medio de un metal activo como fierro o zinc en combinación con un ácido inorgánico u orgánico como el ácido sulfúrico, el ácido clorhídrico o el ácido acético. (14,15)

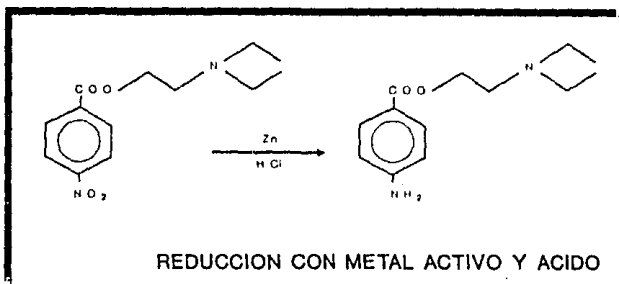


FIGURA 12

Esta reducción es muy utilizada a nivel laboratorio, sin embargo, a escala industrial se tienen algunas dificultades en la filtración del metal y la purificación del producto.

- b) Llevando a cabo una hidrogenación catalítica del compuesto, ya sea como la base libre en solución alcohólica o con un solvente inerte o como una sal ácida como es un clorhidrato en medio acuoso o alcohólico. (16)

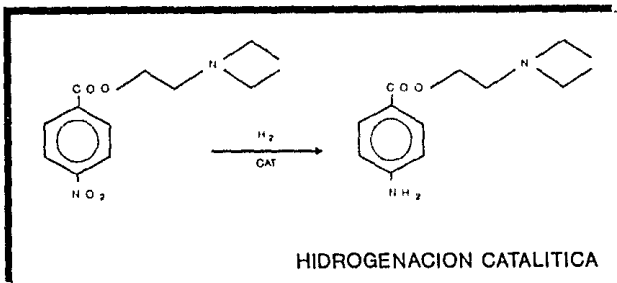


FIGURA 13

La hidrogenación de las sales ácidas de los ésteres nitrados en medio acuoso o alcohólico, a menudo proceden lenta e incompletamente a menos que la sal del ester nitrado sea cuidadosamente purificada antes de llevar a cabo la reducción, lo cual aumenta considerablemente el costo del proceso. Además, se requieren cantidades relativamente altas de catalizador para obtener una velocidad de reducción aceptable incrementando aun más el costo de producción.

Si se realiza la reducción de la base libre del ester nitrado en medio alcohólico, esta reducción viene acompañada de transesterificación del nitro ester con el solvente alcohólico aumentando así la cantidad de subproductos indeseables y disminuyendo la eficiencia.

Se ha reportado que la reducción catalítica de la base libre del ester nitrado se lleva a cabo rápidamente en solventes

aromáticos en presencia de catalizador de paladio. (16)

### 3. RUTAS COMPARATIVAS



**RUTAS COMPARATIVAS:**

Las síntesis mostradas en el capítulo anterior se han clasificado de acuerdo a si se utilizaba el ácido p-aminobenzóico o el ácido p-nitrobenzóico, siendo las primeras las vías sintéticas más directas. Sin embargo, el precio del ácido p-aminobenzoico es considerablemente más elevado que el precio del ácido p-nitrobenzoico (16.75 USD/Kg vs. 4 USD/Kg respectivamente). Si el objetivo es disminuir costos de producción es conveniente utilizar el ácido p-nitrobenzoico.

Actualmente en México el clorhidrato de procaína se produce realizando la esterificación directa entre el ácido p-nitrobenzoico y el dietilaminoetanol (Ruta 1b); este método parecería ser el más ventajoso, sin embargo, en la práctica se ha encontrado que posee algunos inconvenientes como es el hecho de que requiere largos tiempos para completarse la reacción entre el ácido y el dietilaminoetanol, lo que ocasiona que los equipos necesarios sean demasiado grandes y, por lo tanto, muy caros. Es por esto que para el estudio comparativo se buscó una ruta en la que se redujeran los tiempos de reacción y se obtuviera un producto más puro.

Se estudiaron en el laboratorio las rutas 2b y 3b para decidir cuál se seleccionaría y se encontró que el tiempo de reacción para la ruta 2b fue mayor a 24 hrs., la eficiencia

de la reacción fue muy baja y el producto obtenido tenía un color demasiado oscuro; en cambio, el primer paso en la reacción 3b tardó aproximadamente 2 hrs., la formación del éster solo toma el tiempo necesario para agregar el dietilaminoetanol gota a gota y se tiene una eficiencia alta. Debido a esto se seleccionó la reacción 3b (formación del cloruro del ácido para posteriormente formar el éster) para realizar la comparación con la síntesis comercial actualmente utilizada. A continuación se muestra una tabla comparativa de estas vías de síntesis. (Ver cuadro 1)

CUADRO COMPARATIVO DE LAS VIAS SINTETICAS						
RUTA	COSTO MATERIA PRIMA	SENCILLEZ DEL PROCESO	VELOCIDAD DE REACCION	PUREZA DEL PRODUCTO	CONDICIONES DE REACCION	TOTAL
1 A	5	10	6	7	8	36
2 A	3	7	10	9	9	38
3 A	4	8	6	6	8	32
4 A	3	5	5	7	7	27
1 B	10	9	7	7	8	41
2 B	9	7	6	6	7	35
3 B	9	8	10	9	9	44

\* NOTA: ESCALA DE CALIFICACION: 1 - 10

CUADRO 1

FUENTE: poderación realizada respecto a resultados obtenidos en el laboratorio.

Para estas dos rutas se realizó un estudio a nivel laboratorio para encontrar cuáles eran las condiciones de reacción más favorables.

### 1. CARACTERISTICAS DE LA RUTA 1

Como se mencionó anteriormente esta síntesis es la utilizada a nivel comercial en el país y la podemos dividir en dos pasos:

PASO 1: Esterificación, en esta etapa es necesario ir eliminando el agua que se va formando para evitar que se hidrolice el ester.

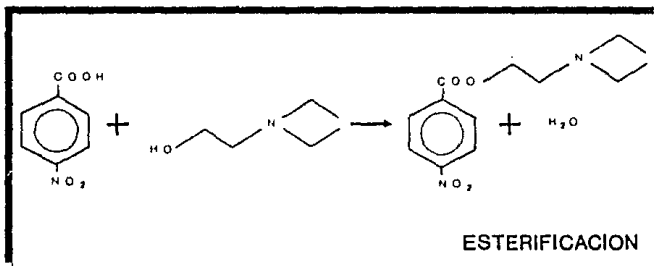


FIGURA 14

- Condiciones de reacción:
- Se ponen 1.05 partes de ácido por una parte de DAE.
  - Catalizador: medio ácido.
  - Tiempo de reacción: 26 h.
  - Disolvente: xileno (19 ml/g de

mezcla).

- Temperatura: 130°C.
- Material del reactor: Acero inoxidable.
- Eficiencia de la reacción: 76%

**PASO 2:** Reducción del compuesto sintetizado y formación del clorhidrato de procaina, para realizar esta reducción se seleccionó para ambas rutas comparativas el método que utiliza hidrógeno y un metal noble como catalizador (Pd) y un solvente aromático, ya que como se mencionó anteriormente se ha reportado que es el mejor método para reducir este tipo de compuestos.

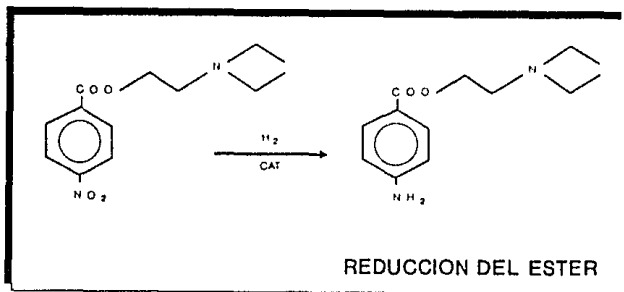


FIGURA 15

- Condiciones de reacción:
- Tiempo de reacción: 4 h.
  - Eficiencia de la reacción: 90%
  - Catalizador: a base de Pd (se requiere una cantidad equivalente

al 1% del producto, y se recupera el 50%)

- Medio básico
- Temperatura de reacción 60°C
- Presión de reacción: 4 Kg/cm<sup>2</sup> man.

En base a las eficiencias de reacción se calcularon los kilos necesarios de cada materia prima para la producción de 1 kg del clorhidrato de procaina:

REACTIVO	kg/kg PROD.	VOL./kg PROD.
Acido Clorhídrico	0.2974	
Hidrógeno	0.0081	
Acido p-nitrobenzoico	0.8951	
Dietilaminoetanol	0.6271	V = 722.45 ml
Xileno (disolvente)		V = 29.9214 l
Catalizador de Pd	0.01 (la primera vez)	
	0.005 (posteriormente)	

## 2. CARACTERISTICAS DE LA RUTA 2:

En esta ruta se forma primero el cloruro del ácido para activar de esta forma a la molécula y poder formar posteriormente el ester. Esta síntesis la podemos dividir en tres pasos:

PASO 1: Formación del cloruro del ácido, la cual se lleva a cabo rápidamente, con desprendimiento de vapores de ácido clorhídrico y dióxido de azufre.

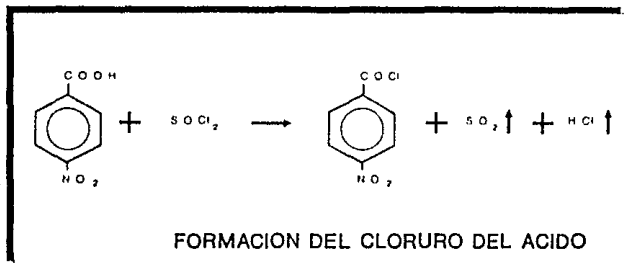


FIGURA 16

- Condiciones de reacción:
- Se requiere agregar una parte de ácido por 1.1 partes de cloruro de tionilo.
  - Catalizador: medio básico.
  - Temperatura de reacción: 80°C.
  - Tiempo de reacción: 2 h.
  - Eficiencia de la reacción: 97.5%
  - Material del reactor: vidriado
  - Desprenden vapores de ácido clorhídrico y dióxido de azufre, los cuales hay que neutralizar.

## PASO 2: Formación del ester

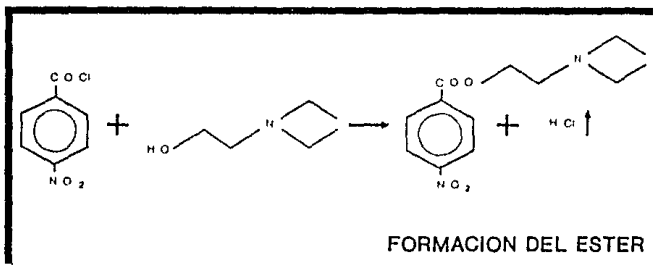


FIGURA 17

- Condiciones de reacción:
- La relación necesaria entre los reactivos es 1:1.
  - Disolvente: Xileno.
  - Agregar DAE gota a gota.
  - La reacción es rápida.
  - Se desprende HCl que hay que recoger y neutralizar.
  - Temperatura ambiente.

## PASO 3: Reducción del compuesto sintetizado y formación del clorhidrato de procaina

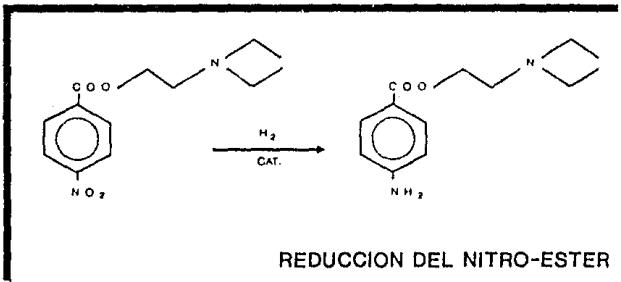


FIGURA 18

- Condiciones de reacción: - Tiempo de reacción: 4 h.
- Eficiencia de la reacción: 90%
  - Catalizador: a base de Pd (se requiere una cantidad equivalente al 1% del producto y se recupera el 50%).
  - Medio básico.
  - Temperatura de reacción: 60°C.
  - Presión de reacción: 4 Kgf/cm<sup>2</sup> man.

Los kilogramos necesarios de materias primas para producir un kg del clorhidrato de procaina por esta ruta son:

REACTIVO	kg/kg PROD.	Vol./kg PROD.
Acido clorhídrico	0.2974	
Hidrógeno	0.0081	
Hidróxido de sodio	0.1438 (reacción)	
	0.1024 (neutraliz. vapores)	
Dietilaminoetanol	0.5822	V = 670.68 ml
Acido p-nitrobenzoico	0.8559	
Cloruro de tionilo	0.6703	V = 859.31 ml
Xileno (disolvente)		V = 15 l
Catalizador de Pd	0.01 (la primera vez)	
	0.005 (posteriormente)	



### 3. COMPARACION ENTRE LAS DOS RUTAS:

Si se comparan los kilos necesarios para producir un kilo de clorhidrato de procaína de cada una de las dos rutas se puede apreciar que la cantidad de disolvente necesaria para la ruta 2 es prácticamente la mitad de lo que requiere la ruta 1, por lo que los equipos requeridos en la ruta dos son mucho más pequeños, y si consideramos la diferencia en tiempos de reacción esto nos causaría tener equipos todavía más grandes para la ruta 1, aunque un reactor vidriado tiene un costo elevado. Por otro lado hay que tomar en cuenta el costo de las reacciones, la primera ruta utiliza menos materias primas pero en mayor cantidad, la segunda ruta a pesar de utilizar más materias primas las utiliza en menor cantidad. También es importante aclarar que en la ruta 2 se obtiene un producto mucho más puro que en la ruta 1.

Las diferencias entre las dos rutas se muestran en las figuras 19 y 20.

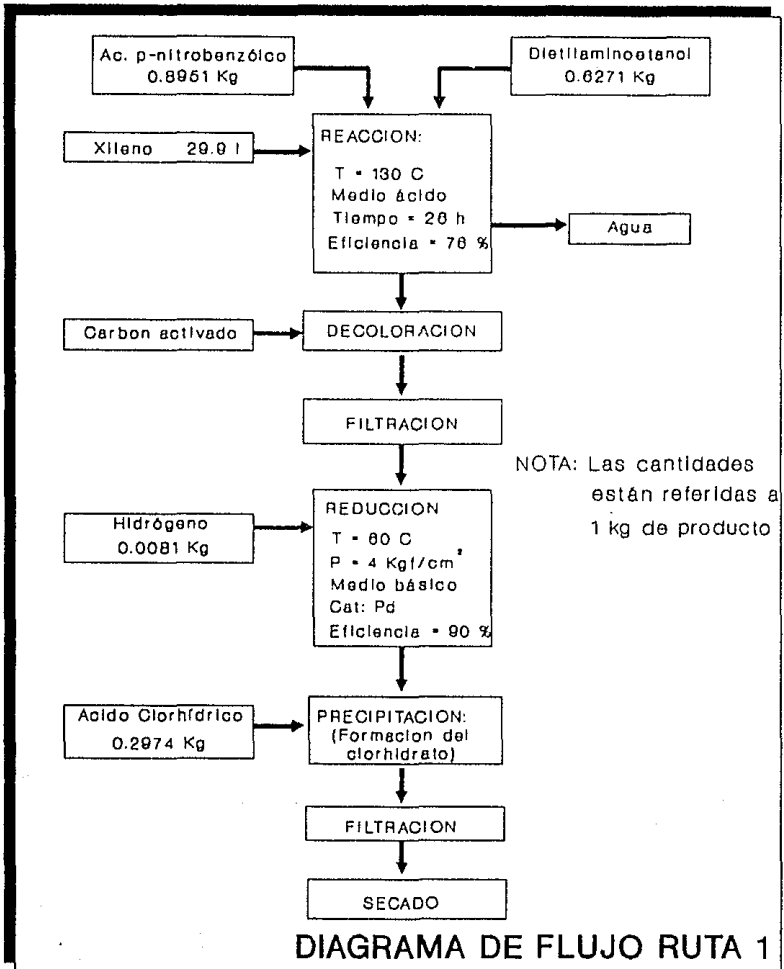


DIAGRAMA DE FLUJO RUTA 1

FIGURA 19

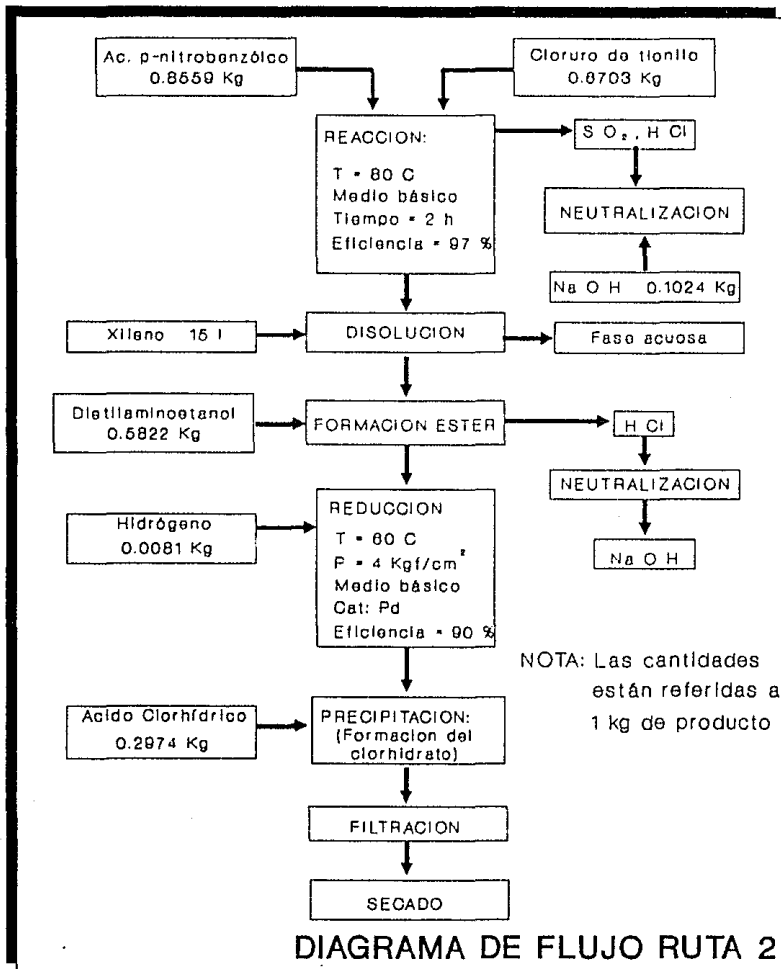


DIAGRAMA DE FLUJO RUTA 2

FIGURA 20

## 4. ESTUDIO DE MERCADO

ESTUDIO DE MERCADO:

## 1. PRODUCCION DEL CLORHIDRATO DE PROCAINA EN MEXICO:

Hasta hace algunos años la penicilina G procaínica se importaba en su totalidad. En 1984 los laboratorios ORFAQUIM, S.A. de C.V. comenzaron a producir el clorhidrato de procaína en México mediante la síntesis directa entre el ácido p-nitro benzóico y el dietilaminoetanol, con posterior reducción. Durante este año el país todavía no pudo ser autosuficiente y fue necesario importar parte de la penicilina; a partir de 1985 ORFAQUIM ha sido el único proveedor nacional del clorhidrato de procaína, y la penicilina ya no ha sido importada.

De manera indirecta se calcularon los volúmenes de importación (teóricos), se consiguieron datos sobre los volúmenes de producción a partir de 1984, así como los valores de importación y venta del clorhidrato de procaína y se muestran a continuación:

AÑO	VOL. IMPORT. (kg)	VOL. PROD. (kg)	VALOR (DLS)	VALOR (M PESOS '89)
1979	51,872.42		1,004,624.71	2,481,576.57
1980	44,229.34		1,003,506.94	2,479,496.80
1981	54,854.75		1,387,033.31	3,428,143.50
1982	37,761.47		1,022,953.01	2,528,611.53
1983	43,669.02		1,232,394.25	3,045,543.13
1984	10,642.94	30,000.00	1,204,077.94	2,976,224.75

1985	47,500.00	1,470,415.54	3,633,641.33
1986	51,000.00	1,628,182.36	4,023,648.89
1987	49,500.00	1,667,839.41	4,121,069.06
1988	51,000.00	1,875,298.27	4,509,932.27
1989	51,400.00	1,945,867.44	4,808,238.44

y los precios de venta obtenidos de dividir el volumen entre su valor son:

AÑO	PRECIO (DL\$ /lb)	PRECIO (PESOS '89/kg)
1979	8.78	47,840
1980	10.29	56,060
1981	11.47	62,490
1982	12.29	66,963
1983	12.80	69,742
1984	13.44	73,229
1985	14.04	76,500
1986	14.48	78,903
1987	15.28	83,254
1988	16.23	88,252
1989	17.30	94,279

FUENTE: Biblioteca de BANCOMEX, INFOTEC, ANIQ.

Con estos volúmenes se realizó una proyección a futuro del consumo, y utilizando el valor de las ventas se calculó el precio promedio de venta de cada año y se realizó una

proyección de los mismos a futuro. Para esta proyección se utilizaron los precios en dólares, debido a que su valor es más estable que el del peso. Para estas proyecciones se ajustaron los datos a una curva, para el volumen se obtuvo que la curva que ajustaba mejor fue una exponencial de la forma:

$$Y = 20564.16 * \text{EXP}(9.977162E-3 * X)$$

y los precios de venta se ajustaron a la siguiente curva:

$$Y = 3.57309E-9 * X^4.970675$$

y los resultados que se obtuvieron de estos ajustes son los siguientes:

AÑO	VOLUMEN (kg)	PRECIO (Dls/lb)	PRECIO (M PESOS '89/kg)
1990	50,475.82	18.49	100.74
1991	50,981.94	19.53	106.41
1992	51,493.14	20.62	112.35
1993	52,009.47	21.76	118.56
1994	52,530.98	22.95	125.04
1995	53,057.71	24.19	131.80
1996	53,589.72	25.49	138.88
1997	54,127.07	26.83	146.18
1998	54,669.81	28.23	153.81
1999	55,217.89	29.69	161.77

2000                    55,771.67                    31.22                    170.10

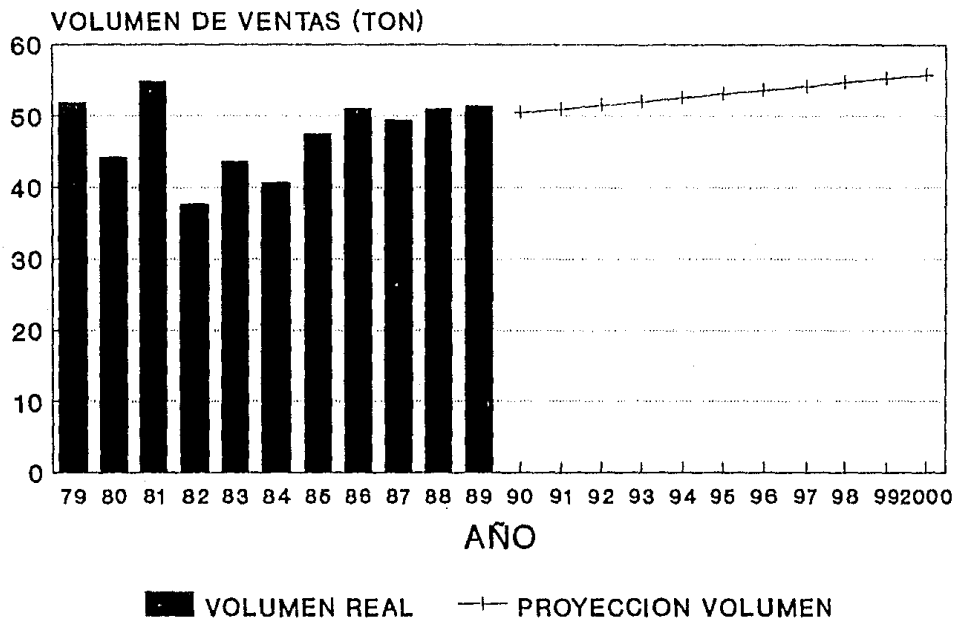
(Ver figuras 21 y 22)

En la investigación realizada sobre el mercado del producto se encontró que prácticamente el 100% del mismo se utiliza para la producción de penicilina G procaínica, la cual se suministra en combinación con otras penicilinas. Los productores de este penicilina en México, el nombre comercial y las características de los productos comerciales de esta penicilina son (17):

PRODUCTOR	NOMBRE COMERCIAL	CARACTERISTICAS
Lakeside, S.A. de C.V.	Benzanil Compuesto	*1 300,000 U
		*2 300,000 U
		*3 600,000 U
Wyeth S.A. de C.V	Benzetacil Combinado	*1 300,000 U
		*2 300,000 U
		*3 600,000 U
Laboratorios Infan, S.A. de C.V.	Bencilfan Combinado	dosis adulto:
		*1 300,000 U
		*2 300,000 U
		*3 600,000 U
		dosis infantil:
		*1 150,000 U
*2 150,000 U		
		*3 300,000 U



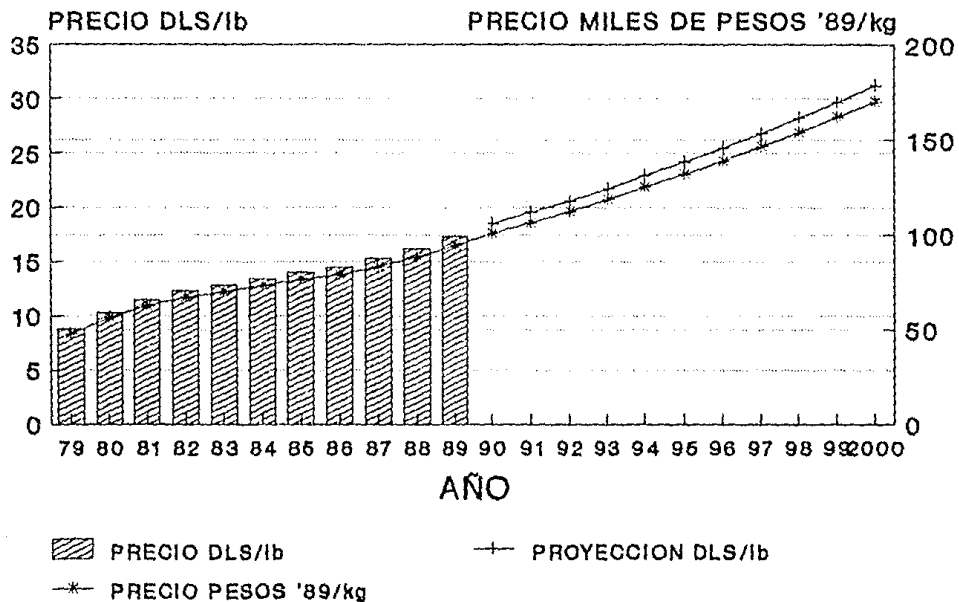
# PROYECCION DE VOLUMEN DE VENTAS



ESTUDIO DE MERCADO

FIGURA 21

# PROYECCION DE PRECIOS DE VENTA



ESTUDIO DE MERCADO

FIGURA 22

Laboratorios Grossman,	Hidrocilina 400 y 800	400:
S.A.		*1 300,000 U
		*2 100,000 U
		800:
		*1 600,000 U
		*2 200,000 U
Farmaceúticos Lakeside,	Penprocilina	400:
S.A. de C.V.		*1 300,000 U
		*2 100,000 U
		800:
		*1 600,000 U
		*2 200,000 U

- \*1: penicilina G procaínica
- \*2: penicilina G potásica
- \*3: penicilina G benzatínica

Todas estas compañías en la actualidad son clientes de ORFAQUIM, el cual, hasta la fecha, no tiene ningún competidor nacional. Los competidores extranjeros en el mercado del clorhidrato de procaína son (18):

**PRODUCTORES DE CLORHIDRATO DE PROCAINA:**

- Aceto Corp.
- Amend Drug & Chemical Co. INC.
- Chemical Dynamics Corp.
- Flavine International Corp.
- R. W. Greeff & Co. INC.

Roussel Corp.  
Ruger Chemical Co. INC.  
Spectrum Chemical MFG. Corp.  
Universal Preservachem INC.

**PRODUCTORES DE PROCAINA BASE :**

Roussel Corp.  
Spectrum Chemical MFG. Corp.

Para poder continuar siendo competitivos nacionalmente es necesario que el producto cumpla con las características de calidad y precio que se manejan a nivel internacional. Por el lado de la calidad utilizando cualquiera de las dos vías de síntesis y posteriormente recristalizando podemos obtener un producto con las especificaciones impuestas por la "Food & Drug Administration"; lo importante de este estudio es demostrar con cuál de las dos rutas se pueden obtener mayores márgenes de utilidad teniendo un precio competitivo en el mercado.

Para llevar a cabo la promoción, por tratarse de un producto muy específico únicamente es necesario tener un vendedor (en la actualidad sólo existen cinco clientes nacionales), que realice visitas periódicas a sus clientes, es importante que esta persona esté capacitada para dar servicio técnico en caso de que sea necesario. Sin embargo, para darle imagen a la empresa es importante anunciarse de vez en cuando en

revistas especializadas en farmacéuticos y participar en exposiciones de la industria farmacéutica.

Para distribuir el producto, por tratarse de volúmenes pequeños se usará una camioneta.

El producto se empaquetará en dobles bolsas de plástico de 10 kg perfectamente selladas para evitar que penetre la humedad y posteriormente las bolsas se empaquetarán en cajas de cartón.

5. ESTUDIO

MACROECONOMICO

## ESTUDIO MACROECONOMICO:

### 1. EL SISTEMA ECONOMICO EN MEXICO HASTA 1982:

El sistema que ha regido en México en el transcurso de su historia, y que actualmente se basa en la Constitución de 1917, ha sido una economía mixta, es decir, un sistema en el que tanto el estado como el sector privado ejercen el control económico, en la organización de la producción y el consumo.

La gran depresión mundial de los años 30's ocasionó que a nivel mundial se aumentara la participación de los gobiernos en el sistema económico de su país para evitar el volver a caer en otra depresión y comenzaron a funcionar como motor del crecimiento y a asegurar pleno empleo de los recursos de la economía.

A mediados de la década de los 70's apareció el fenómeno inflacionario, en este momento se empezó a dudar del funcionamiento del modelo de desarrollo que se había seguido mundialmente hasta ese momento. En muchos países se comenzaron a redefinir las funciones del estado y a dejar que el mercado nuevamente controlara la economía.

En México, sin embargo, la década de los 70's y el principio de los 80's se caracterizó por una expansión del sector público que permitió tener un crecimiento de la economía y

del empleo. Debido a la debilidad de la industria privada el gobierno optó por seguir el modelo de sustitución de importaciones que tuvo por objeto proteger a los industriales nacionales de la competencia externa, y de esta forma permitirles crecer para que en un futuro pudieran ser competitivos a nivel internacional.

SITUACION INTERNA DEL PAIS: se tenía un estado benefactor promotor del crecimiento y de la creación de fuentes de empleo mediante un aumento del gasto público, una mayor participación del estado en la producción de bienes y servicios, una creciente regulación de la actividad económica y la concesión de grandes subsidios a los sectores social y privado.

SITUACION EXTERNA DEL PAIS: economía aislada de las corrientes mundiales del comercio en la que se buscó, mediante la sustitución de importaciones, promover la producción de bienes y servicios para el mercado interno, imponiendo barreras a las compras del exterior.

Esta estrategia permitió un elevado crecimiento económico, la creación de fuentes de empleo y la industrialización del país, pero ocasionó que a largo plazo el país se encontrara con graves problemas estructurales, debido a que al hacer que el aparato productivo se mantuviera ajeno a la competencia externa este tuvo pocos incentivos para mejorar su eficiencia y productividad, se enfocó a satisfacer un mercado cautivo y



se hizo altamente dependiente de subsidios fiscales y financieros para su funcionamiento.

Debido al alza que sufrieron los precios internacionales del petróleo el país empezó a tener una elevada dependencia de las exportaciones petroleras como fuente de ingresos para las finanzas públicas y de divisas para la economía en general.

Se tuvieron amplios desequilibrios en la cuenta pública y en las transacciones comerciales del país, los cuales tuvieron que ser financiados con ahorros del exterior. Se tuvo un alto nivel de endeudamiento externo, concentrándose en créditos a corto plazo. Pero esto en un principio no afectó al país debido a que las tasas de interés permanecieron por debajo de los niveles observados en el interior. Los montos de la deuda externa adquirida por el país alcanzaron un carácter explosivo a partir de 1973 cuando México inicia sus inversiones en el sector petrolero para la exportación.

Al iniciarse la década de los 80's las condiciones del entorno económico internacional cambiaron drásticamente:

- Debido al aumento en los precios del petróleo, los países industrializados se vieron en la necesidad de elevar las tasas de interés para poder enfrentar de esta forma el aumento.
- Se tuvo una tendencia a la contracción económica.
- Se dieron vencimientos masivos de la deuda contratada con

anterioridad.

Desde entonces México ha tenido serios problemas en lo referente al pago de su deuda externa, lo que ha ocasionado un retroceso tanto en su nivel económico como en la inversión y los niveles de vida de su población así como un ambiente de incertidumbre y especulación financiera.

## 2. AREAS DE IMPACTO DE LA DEUDA EXTERNA:

El pago de la deuda externa presiona la economía nacional a través de 4 canales de influencia, los cuales son el sector externo, el sector financiero, las finanzas públicas y la incertidumbre y la especulación.

a) SECTOR EXTERNO: Para poder realizar los pagos de la deuda el país debe generar excedentes comerciales que proporcionen las divisas necesarias, es decir, se requiere que los ingresos de divisas (por exportaciones de mercancías y servicios) sean suficientes no sólo para cubrir las importaciones sino también para cubrir el pago de intereses y amortizaciones.

b) SECTOR FINANCIERO: una política de deslizamiento cambiario debe complementarse con tasas de interés elevadas a fin de que el rendimiento de los activos financieros internos sea más elevado del obtenido en el exterior y se evite la fuga

de capitales, sin embargo, esta medida eleva el costo de financiamiento de los proyectos privados de inversión, lo que ocasiona una disminución de los mismos.

c) FINANZAS PUBLICAS: en los últimos años el gobierno ha mantenido un estricto control sobre sus gastos programables (los relacionados con el consumo, la inversión y los subsidios), esto se reflejó en un superavit a partir de 1983, sin embargo actualmente el saldo global público sigue siendo deficitario debido a que el déficit es mucho mayor. Esto se debe en gran medida a la necesidad de cubrir los pagos financieros provenientes de la deuda externa, ya que por un lado se requiere pagar altos intereses externos y por el otro obliga a mantener elevadas tasas de interés internas.

d) INCERTIDUMBRE Y ESPECULACION: la incertidumbre existente sobre el comportamiento futuro del tipo de cambio crea la "especulación desestabilizadora", la cual trae como consecuencia que el público compre divisas por creer que va a haber una devaluación, lo que a su vez ocasiona un adelanto de la devaluación. Para evitar esto el gobierno aumenta la tasas de interés para que la gente obtenga mayores rendimientos en el banco, pero el resultado es la devaluación efectiva adelantada.

### 3. LA POLITICA ADOPTADA POR EL GOBIERNO MEXICANO EN EL PERIODO 1982-1988:

Para poder hacer frente a la crisis económica de 1982 el gobierno del Lic. Miguel de la Madrid mantuvo un programa económico de administración que tuvo como propósitos generales un reordenamiento económico inmediato y el inicio de cambios estructurales. Para poder realizar esto se establecieron los siguientes objetivos:

- CORTO PLAZO: Enfrentar la crisis de liquidez mediante la corrección de los desequilibrios financieros de la balanza de pagos y de la cuenta pública y la renegociación de la deuda externa como prerequisite para lograr una estabilidad cambiaria y de precios.
- MEDIANO PLAZO: Sentar las bases para alcanzar una nueva etapa de crecimiento moderado pero sostenido, con el inicio de un nuevo modelo de desarrollo basado en un redimensionamiento del estado, la racionalización de la apertura comercial, la diversificación del sector exportador y la reconversión industrial.

Los avances logrados en el periodo de este gobierno (1982-1988) fueron:

- Un saneamiento de las finanzas públicas.
- Una importante desincorporación de organismos paraestatales.

- Fortalecimiento de exportaciones manufactureras y diversificación de las fuentes de divisas.
- Orientación de las empresas privadas a entrar a los mercados internacionales.
- La eliminación de los permisos previos de importación (97% de las fracciones arancelarias se encuentran libres del requisito) y la reducción de la tasa arancelaria máxima (de 100% a 20%).
- Disminución de la tasa de inflación (de 159.2% en 1982 a 51.7% en 1988).

Sin embargo, este programa de ajuste económico no logró solucionar todos los problemas, y además ocasionó algunos otros:

- Un estancamiento económico. El PIB de 1988 fue superior en 0.5% al de 1982, lo que significó una disminución del PIB per cápita (de -12.4%).
- Escasa creación de nuevos empleos, lo que ocasionó un aumento de la tasa de desempleo.
- Una disminución del poder adquisitivo durante el sexenio en 45.6%.
- Una contracción de la inversión fija, lo que ocasionó un deterioro de la infraestructura básica de la economía y un desmantelamiento del aparato productivo.
- Una transferencia de recursos al exterior.

#### 4. ESTRATEGIAS PROPUESTAS PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA DE LA DEUDA:

##### a) LA ESTRATEGIA DEL PASADO RECIENTE:

En el pasado se obligaba a los países deudores a apearse lo más rigurosamente posible a sus obligaciones contractuales. Los países pagaban hasta llegar a un estado de crisis la cual era resuelta a corto plazo con nuevos créditos endeudándose así cada vez más.

##### b) LA PROPUESTA DORNBUSH:

Rudiger Dornbush propuso que por dos años los intereses de las deuda externa y el principal cuando se venza sean pagados en moneda nacional, inconvertibles y utilizados en inversiones sin restricciones en México. Pero al pagar en moneda nacional podría aumentar la presión inflacionaria, además de que existe un problema de tipo constitucional al permitir la inversión en cualquier actividad económica.

##### c) EL PLAN BRADY:

Este plan consta de tres puntos:

- Canje de deuda por inversión y emisión de bonos.
- Reducción voluntaria del volumen de la deuda por parte del sistema bancario comercial.
- Otorgamiento de nuevos créditos por parte de algunos organismos multilaterales y algunos gobiernos acreedores.

Este esquema acepta la necesidad de reducir el servicio y monto de la deuda, sin embargo, no tiene un programa detallado de acciones a seguir y por otro lado, la Banca Comercial estadounidense no quiere aceptar la reducción voluntaria de la deuda y sus intereses ya que esto significaría asumir pérdidas, poniéndola en una posición competitiva deventajosa frente a las bancas europeas y japonesas, en un momento en que se purga por la total liberación comercial de los servicios financieros a nivel mundial. Por su parte, las bancas europeas y japonesas se encuentran a la expectativa de las negociaciones de México con la Banca Comercial estadounidense: si nuestro país obtiene condiciones ventajosas, el resto de los bancos creerán que ya no es necesario participar en la reducción de la deuda, si el resultado es adverso no querrán asumir pérdidas que los bancos americanos tampoco quisieron aceptar. Actualmente Estados Unidos enfrenta un elevado déficit presupuestal que deberá ser reducido drásticamente en los próximos años de acuerdo a la ley Gramm-Rudman, por lo que en estos momentos el gobierno de este país se ve limitado para apoyar a la Banca Comercial en la reducción de la deuda.

d) LA PROPUESTA MEXICANA: EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1990 - 1994:

En síntesis, los principales problemas económicos a los que se enfrenta el país en la actualidad están asociados

con el rezago en la satisfacción de las necesidades de la población, el desequilibrio en el mercado laboral y el empeoramiento en la distribución de la riqueza. El programa económico propuesto por el gobierno del Lic. Carlos Salinas de Gortari para 1989-1994 plantea como propósito central la recuperación económica con estabilidad de precios, como condiciones indispensables para avanzar en la solución de estos problemas.

La estrategia económica consta de dos fases en su implementación, las cuales tienen los siguientes objetivos:

1. Consolidar una estabilidad permanente de la economía.
2. Retornar a la senda del crecimiento, con la ampliación de la disponibilidad de recursos para la inversión productiva y la modernización económica.

La nueva estrategia de desarrollo plantea un repliegue del estado en el quehacer económico y un fortalecimiento de los mecanismos del mercado que los promuevan a una mejor asignación y a un uso más eficiente de los recursos. En general propone que los motores de crecimiento, en sustitución del gasto público sean:

- LA INVERSION PRIVADA, por la prioridad que tiene en la estrategia de desarrollo el crecimiento de las manufacturas y las exportaciones.



- LAS EXPORTACIONES NO PETROLERAS como una necesidad para generar las divisas suficientes que requiere el país para su desarrollo y diversificar las fuentes de ingreso para disminuir la vulnerabilidad económica mexicana a las fluctuaciones del mercado petrolero, constituir una garantía de mayor eficiencia y calidad de los productos nacionales.
- LA INVERSION PUBLICA canalizada hacia la ampliación de la infraestructura básica del país que permita un funcionamiento del aparato productivo y distributivo.
- LA EXPANSION DEL MERCADO INTERNO como consecuencia del crecimiento en el empleo y el fortalecimiento del poder adquisitivo.

El propósito es crecer a una tasa promedio que duplique la del crecimiento de la población, poder crear un millón de empleos al año que correspondan a las nuevas demandas de trabajo, mejorar gradualmente los salarios reales y la distribución del ingreso.

En lo relacionado a la empresa pública, se propone racionalizar el aparato productivo gubernamental a través de la desincorporación de empresas no estratégicas ni prioritarias y el fortalecimiento y saneamiento de las que si lo sean. Se buscará que los precios y tarifas del sector público no impliquen niveles de subsidio, tomando como

parámetro los precios internacionales. Como apoyo a la inversión de particulares se propone realizar una profunda desregulación industrial y comercial para eliminar barreras regulatorias que inhiben la actividad económica y de esta forma promover una competencia más sana. El estado se convertirá en promotor e inductor del desarrollo mediante la concertación con los sectores privado y social y se abocará principalmente a la dotación de infraestructura , a la promoción del gasto social y a la plena atención de las empresas que se señalan como estratégicas y prioritarias.

Un rasgo central muy importante de la nueva estrategia de desarrollo lo constituye el cambio de una política de sustitución de importaciones a una política que busca la incorporación de la economía a las corrientes internacionales del comercio.

Durante el desarrollo estabilizador México adoptó una política de sustitución de importaciones propuesta por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), la cual se basó en crecer hacia adentro. Se fundamentaba en el argumento de que al ser las economías de Latinoamérica en ese entonces importadoras de bienes industriales de consumo se podría limitar las compras al exterior y fomentar la producción nacional de estos artículos.

De esta forma el sector industrial creció y se desarrolló

gracias a la protección contra la competencia externa por estar todas la importaciones sujetas a permiso previo y en muchos casos a elevados aranceles, permitiendo a las empresas nacionales poseer un mercado cautivo para sus productos. El proceso de industrialización contemplaba como etapa inicial la producción interna de los bienes de consumo e intermedios, y posteriormente, los de capital.

A fines de los años 60's, los déficits comerciales indicaban el agotamiento del modelo adoptado. En la década de los 70's, la incorporación de México al mercado de hidrocarburos internacional como exportador neto permitió al país financiar con ahorro externo los saldos negativos de sus transacciones comerciales con el resto del mundo.

Por su parte, debido a la escasa competencia externa, la industria nacional careció de incentivos para mejorar la eficiencia de los procesos y modernizar los aparatos productivos, además de explotar el poder de monopolio obteniendo así altos márgenes de utilidad. El consumidor doméstico tenía limitadas opciones para escoger, contaba con productos de baja calidad y alto precio en relación a lo disponible en los mercados internacionales.

La nueva estrategia planea insertar la economía nacional a las corrientes mundiales de tecnología y comercio y enfocar de esta forma el desarrollo hacia el exterior. A este proceso

se le ha conocido como "apertura comercial".

En base a ésto México se integró al Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT) para facilitar la penetración a nuevos mercados y ampliar la gama de productos exportables. Se propone la creación de consorcios empresariales exportadores de cobertura mundial, en donde el estado desempeñaría una función de apoyo a la comercialización y a la investigación y apertura de nuevos mercados.

Otro elemento importante es la apertura de la economía a la competencia externa mediante la supresión de los permisos previos de importación y la reducción de los impuestos a las importaciones, cuyo límite máximo actualmente es del 20%.

Por lo que se refiere a los efectos de la liberación comercial, SECOFI indicó que muchos industriales pensaban que la liberación comercial representaba una pérdida de oportunidades. Sin embargo, ahora ha visto que les ha permitido tener mejor y mayor acceso a bienes de capital, insumos y materias primas a precios y calidad internacionales, lo cual se ha traducido en un gran incremento en la competitividad de la industria mexicana. Las empresas están descubriendo graves defectos que tenían y están procediendo a especializarse, logrando una mejor productividad y mejores resultados en sus operaciones.

5. ASPECTOS ECONOMICOS MAS RELEVANTES DE 1989, EL AÑO DE LA TRANSICION:

La Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA) ha reconocido a 1989 como un año que se caracteriza por la transición entre el término de la fase recesiva en la actividad económica y la recuperación del crecimiento de la economía nacional.

Los aspectos económicos más sobresalientes de este periodo se puntualizan a continuación:

- La Inflación de 1989 (19.7%) resultó menor a la de 1988 (51.7%) en cerca de 31 puntos porcentuales y se estabilizó su crecimiento mensual en tasas ligeramente superiores al 1% en promedio. Ello fue posible sin que se advirtieran serios problemas de desabasto.
- Se logró un mayor saneamiento de las finanzas públicas, el déficit público fue de 6.3% del PIB, mientras que en 1988 el valor del déficit fue de 11.3%.
- Se reactivó la producción nacional a un ritmo superior al estimado originalmente y mayor al crecimiento de la población.
- Gracias al clima de estabilidad prevaleciente y a los intereses domésticos se tuvo un importante retorno de capitales.
- Las exportaciones manufactureras se incrementaron

consolidándose como las más importantes generadoras de divisas, bajo una nueva orientación industrial y mayor competitividad de las mercancías nacionales.

- La renegociación de la deuda externa permite liberar recursos y destinarlos a la actividad productiva.
- Este es el tercer año de crecimiento consecutivo del PIB, de la producción.

Durante el lapso entre enero-julio de 1989, la capitalización de la economía aumentó en 8.0 por ciento. Sin embargo, la recuperación de la inversión es heterogénea entre los diferentes sectores de la actividad económica. El proceso de reactivación productiva no ha sido generalizado y homogéneo, en algunos sectores solo existe un mayor aprovechamiento de la capacidad instalada y en otros un real aumento de la inversión.

Uno de los logros más importantes ha sido la disminución de la inflación, ya que la tasa de inflación de este año constituye la más baja de toda la década. Hasta noviembre pasado el ritmo de crecimiento de precios muestran variaciones poco significativas y la inflación acumulada asciende a 15.8 %; en el presupuesto de egresos e ingresos de la federación se esperaba una inflación de 20 puntos porcentuales, el bajo valor de inflación reportado en noviembre dio margen para enfrentar el impacto inflacionario que generó el aumento en diferentes tarifas del sector

público (electricidad, gasolina, teléfono, etc.) y el ajuste salarial.

Sin embargo, de acuerdo con algunos economistas, este ajuste de precios pone a prueba la estabilidad del Pacto para la Estabilidad y Crecimiento Económico (PECE) y podría generar consecuencias de magnitudes graves sobre el curso de la economía porque:

- Deberá darse un incremento en los productos con precios rezagados desde el inicio del pacto.
- Las alzas indiscriminadas podrían convertirse en un serio peligro, no sólo por la denominada cuesta de enero, sino por la amenaza de prolongarse en los meses subsecuentes que le quedan de vigencia al PECE.
- Los aumentos efectuados sobre bienes y servicios en diciembre tuvieron un impacto adverso sobre el salario mínimo, ya que con esas alzas se contrarrestó el incremento del 10% otorgado a este salario.

A pesar de esto el gobierno confía en que va a poder continuar controlando la inflación y apoyando la recuperación de la actividad económica.

La necesidad de financiar el crecimiento del país por vías diferentes al endeudamiento externo y los recursos petroleros, llevó a una reorientación de la política comercial a fin de promover las exportaciones no petroleras, así como la ampliación y diversificación de mercados.

Actualmente predominan las exportaciones de manufacturas sobre los hidrocarburos, pero no se ha tenido mayor diversificación de mercados, productos y empresas; en lo sucesivo será necesario actuar en estos tres frentes para preservar el dinamismo de las ventas foráneas distintas al petróleo y reducir la vulnerabilidad interna frente a los cambios del ciclo económico de los Estados Unidos.

El escenario oficial que se previó a fines de 1989 para 1990 es el siguiente:

- a) Inflación anual del 15%.
- b) Deslizamiento del tipo de cambio a través del año de 1 peso diario (poco más de 13% de devaluación anual del peso).
- c) Prolongación del PECE cuando menos hasta diciembre de 1990.
- d) Crecimiento estable de las importaciones en 9% anual.
- e) Crecimiento de las exportaciones no petroleras ligeramente al alza: 9.8% anual.
- f) Ahorro y/o ingresos derivados de la renegociación de la deuda externa cercanos a 8,000 millones de dólares (poco más de 22.5 billones de pesos, calculados a un tipo de cambio de 2820 pesos por dólar).
- g) Disminución promedio de 11 puntos porcentuales (nominales) de las tasas de interés en 1990 con respecto a 1989.
- h) Crecimiento real del PIB de 3.5% anual.



Sin embargo, iniciando 1990 encontramos que este panorama es demasiado optimista, ya que la realidad que actualmente estamos viviendo es otra:

- Para tener una inflación anual del 15.5% sería necesario que la inflación mensual promedio fuera del orden del 2.3%, sin embargo, en enero de 1990 se tuvo una inflación del 4.8%, muy superior a la registrada en enero de 1989, y hay que recordar que en este periodo se tuvo una inflación anual del 19.7%. Para el primer cuarto del año la inflación acumulada registrada fue de 10.8%.
- Debido a la inflación tan alta registrada durante enero el gobierno tuvo que incrementar las tasas de interés para evitar la fuga de capitales.

Algunos datos históricos y proyecciones macroeconómicas son las siguientes:

AÑO	% CRECIMIENTO DE LA POBLACION	PIB %	PARIDAD PROM. EQ.	INFLACION PROMEDIO
1960	3.24	4.02	12.49	1.03
1961	3.24	4.00	12.49	1.29
1962	3.23	4.57	12.49	1.70
1963	3.24	7.47	12.49	0.42
1964	3.26	10.63	12.49	4.49
1965	3.28	6.50	12.49	1.59
1966	3.30	6.17	12.49	1.53
1967	3.30	5.94	12.49	2.70

1968	3.30	7.25	12.49	2.18
1969	3.31	5.81	12.49	2.50
1970	3.31	6.57	12.49	5.21
1971	3.50	4.17	12.49	5.26
1972	3.40	8.49	12.49	5.00
1973	3.30	8.41	12.49	12.04
1974	3.30	6.11	12.49	23.75
1975	3.20	5.61	12.49	15.15
1976	3.10	4.24	15.44	15.79
1977	3.10	3.44	22.58	28.94
1978	3.00	8.25	22.77	17.51
1979	2.80	9.10	22.81	18.20
1980	2.60	8.30	22.95	20.39
1981	2.40	8.80	24.51	34.29
1982	2.30	-0.6	57.44	58.87
1983	2.30	-4.2	120.17	101.88
1984	2.20	3.60	167.77	65.46
1985	2.10	2.60	256.96	57.75
1986	2.10	-3.8	611.35	86.20
1987	2.10	1.50	1,377.30	131.80
1988	2.00	1.10	2,273.04	114.20
1989	2.00	2.80	2,453.17	20.05

FUENTE: Banco de México.

## PROYECCIONES:

AÑO	% CREC. POB.	PESIMISTA	PIB % NEUTRO	OPTIMISTA	PARIDAD EQ. PROM.
1990	2.0	1.35	1.69	2.30	2,860.00
1991	2.0	2.00	2.50	3.40	3,234.00
1992	1.9	2.65	3.31	4.50	3,625.00
1993	1.9	3.51	4.38	4.60	4,038.00
1994	1.9	2.90	3.62	3.80	4,439.00
1995	1.9	1.98	2.48	2.60	4,801.00
1996	1.9	3.12	3.91	4.10	5,120.00
1997	1.9	3.65	4.58	4.80	5,404.00
1998	1.9	3.04	3.82	4.00	5,652.00
1999	1.9	3.57	4.49	4.70	5,893.00
2000	1.9	2.96	3.73	3.90	6,178.00

FUENTE: Proyecciones de CIEMEX.

6. ESTUDIO  
MICROECONOMICO

## ESTUDIO MICROECONOMICO:

### 1. ENTORNO MICROECONOMICO:

Cuando se empezó a producir el clorhidrato de procaína en México, se decidió por la síntesis directa entre al ácido p-nitrobenzónico y el dietilaminoetanol sobre la síntesis que utiliza cloruro de tionilo debido a que el equipo requerido era considerablemente más barato. Sin embargo, en este estudio se ha observado que es muy probable que la ruta 2 sea más conveniente en la actualidad.

### 2. COMPORTAMIENTO DE LA PENICILINA EN EL MERCADO:

Si se observa la gráfica de los volúmenes de importación del producto se verá que en 1981 se disparó la cantidad importada del mismo, y que al año siguiente la importación disminuyó considerablemente. Esto se debió a que ya se esperaba una devaluación en 1982 (el peso se devaluó de 23.2 al principio de 1982 a 148.5 al final del año) y no a que disminuyera el consumo el año siguiente, por lo que al tratar de ajustar los volúmenes de ventas a una curva deben de eliminarse estos dos datos porque no son representativos de la tendencia de consumo. Una vez considerado esto, al buscar una correlación para los volúmenes de venta que el consumo de la penicilina G procaínica (y por lo tanto de la procaína) aumentaba en forma proporcional con el crecimiento de la población. Esta

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

tendencia era de esperarse por el tipo de producto del que se trata. Para obtener los consumos futuros del producto se utilizó la proyección del porcentaje de crecimiento de la población. (Ver figura 23)

PROYECCION DE VOLUMENES

AÑO	VOLUMEN DE VENTA (kg)
1990	51,827.18
1991	52,409.29
1992	52,997.94
1993	53,593.20
1994	54,195.15
1995	54,803.86
1996	55,419.40
1997	56,041.86
1998	56,671.31
1999	57,307.83
2000	57,951.50

3. ANALISIS DE PRECIOS DE VENTA:

Para obtener UN precio de venta más real que el calculado con anterioridad y por lo tanto el valor de las ventas, los precios de venta hasta 1988 se convirtieron a Dólares constantes utilizando los datos mostrados en el capítulo anterior, y se observó su comportamiento:

# PROYECCION DE VOLUMEN DE VENTAS

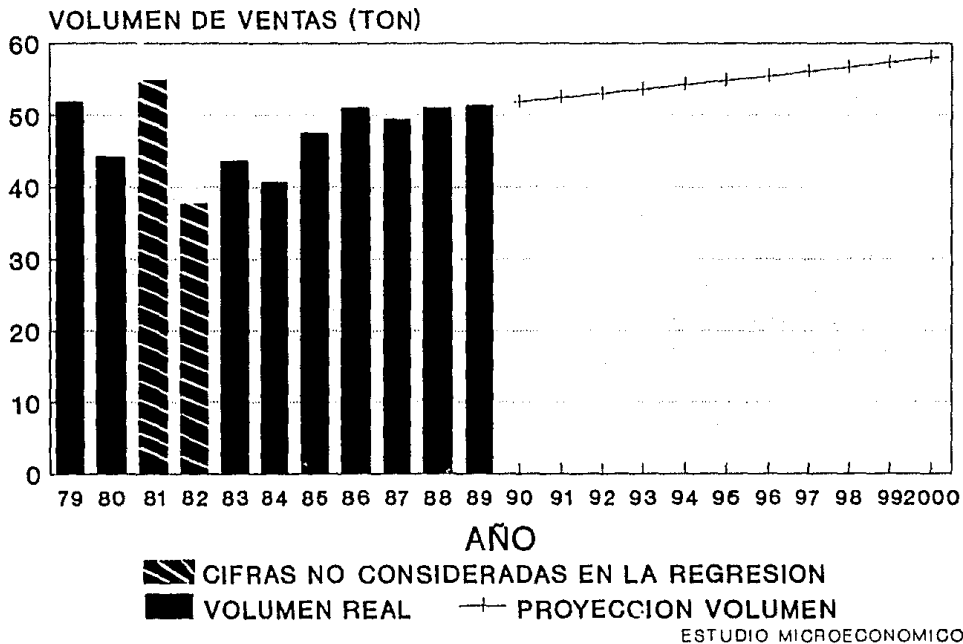


FIGURA 23

AÑO	PRECIO (DLS CORR.)	INFLACION E.E.U.U. (%)	DEFLACTOR ACUMULADO	PRECIO (DLS CTES. 1989)
1979	8.78	-----	1.72	15.12
1980	10.29	13.5	1.52	15.60
1981	11.47	10.3	1.37	15.76
1982	12.29	6.2	1.29	15.90
1983	12.80	3.2	1.25	16.05
1984	13.44	4.3	1.20	16.16
1985	14.04	3.6	1.16	16.30
1986	14.89	1.9	1.14	16.49
1987	15.28	3.7	1.10	16.79
1988	16.23	4.1	1.05	17.03
1989	17.30	4.9	1.00	17.30

Para poder calcular el precio de los años posteriores se tomaron los precios a dólares constantes y se ajustaron a una curva:

$$Y = 0.1727761 * X ^ 0.9921799$$

AÑO	DLS/lb (89)	DLS/kg (89)	pesos/kg (89)
1990	17.37	38.31	94,657.56
1991	17.57	38.74	95,729.63
1992	17.75	39.15	96,738.64
1993	17.95	39.58	97,810.71



1994	18.14	39.99	98,819.72
1995	18.33	40.43	99,891.79
1996	18.52	40.83	100,900.80
1997	18.72	41.27	101,972.87
1998	18.91	41.70	103,044.94
1999	19.10	42.11	104,053.95
2000	19.29	42.54	105,126.02

Todo este estudio económico se realizó a pesos constantes de 1989. (Ver figura 24)

# PROYECCION DE PRECIOS DE VENTA

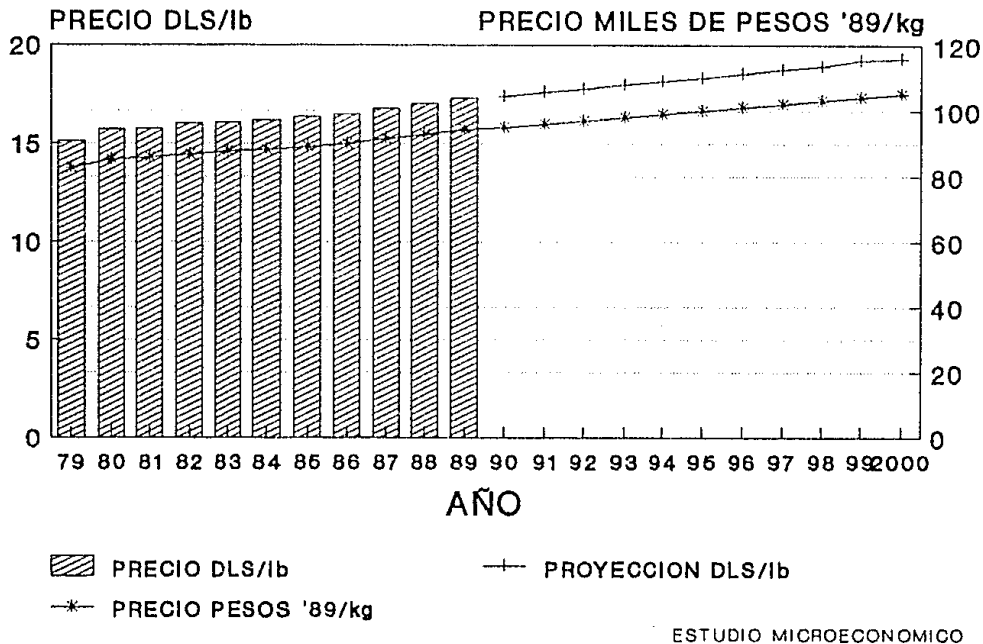


FIGURA 24

7. ESCALAMIENTO

A NIVEL INDUSTRIAL

**ESCALAMIENTO A NIVEL INDUSTRIAL:**

El estudio económico se realizará a diez años en el futuro, por lo que el dimensionamiento de los equipos se hará para obtener la producción necesaria para el año 2000, la cual es de 58,000 kg/año.

Se considerará que el año laboral será de 285 días.

$$\begin{aligned} \text{PRODUCCION DIARIA} &= (58,000 \text{ kg/año}) / (285 \text{ dias/año}) \\ &= 203.5 \text{ kg/día} \end{aligned}$$

En base a esta producción se hará el dimensionamiento de todos los equipos.

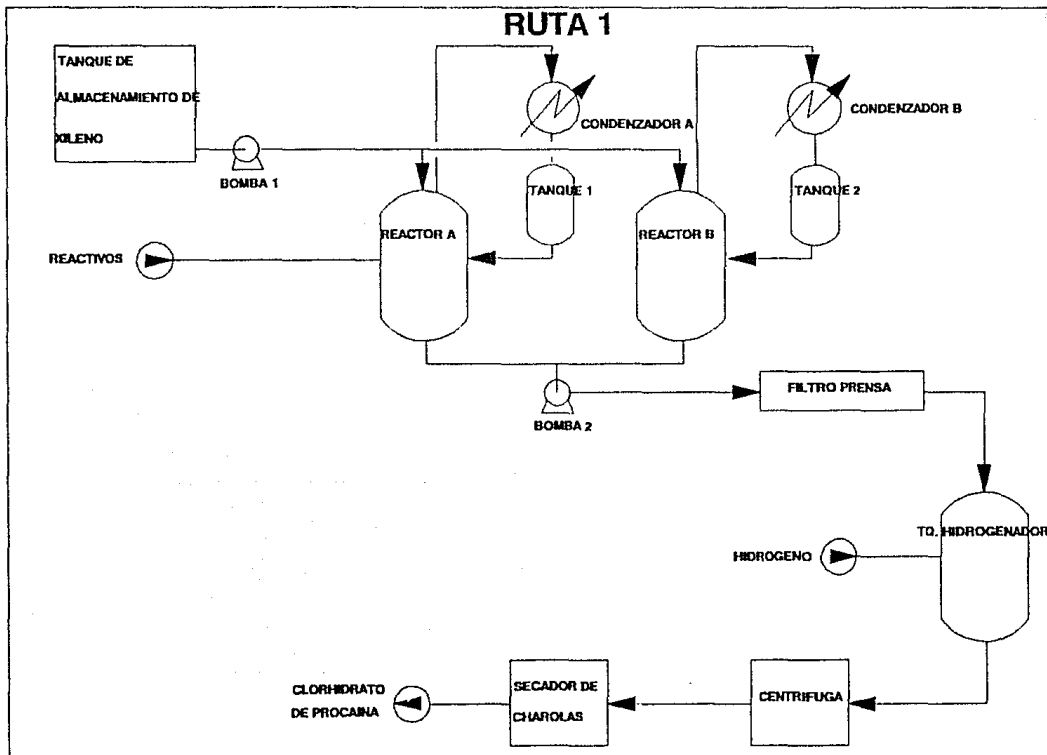
**1. ESCALAMIENTO RUTA 1:**

Para poder realizar este proceso a nivel industrial se requiere de un REACTOR ENCHAQUETADO Y AGITADO en el que se hacen reaccionar el ácido p-nitrobenzónico y el dietilaminoetanol utilizando xileno como solvente y medio ácido como catalizador. Los vapores que se desprenden deben ser enviados a un CONDENSADOR y posteriormente a un TANQUE SEPARADOR para poder separar la fase orgánica (xileno) de la fase acuosa y regresar el xileno al reactor.

Al finalizar la reacción el producto se encuentra disuelto,

es necesario agregar carbón activado para decolorarlo. Posteriormente es necesario eliminar el carbón activado por lo que se pasa la solución por un FILTRO PRENSA. La solución limpia es enviada al TANQUE HIDROGENADOR al que se le inyecta hidrógeno a presión para reducir los grupos nitro y formar la procaína. Una vez reducido el producto se agrega ácido clorhídrico para formar el clorhidrato de procaína, el cual precipita en el tanque. Para separar el clorhidrato del xileno se pasa la mezcla a un FILTRO CENTRIFUGA y posteriormente el producto se pone a secar en una ESTUFA. Como equipo adicional se requiere un TANQUE DE ALMACENAMIENTO de xileno.

En esta ruta, para tener una producción completa requerimos de 4 turnos, lo que es más de 1 día (3 turnos). En 12 turnos tendríamos 4 días de trabajo y tres producciones. En 4 días se deben haber producido 814 kg, si esta cifra la dividimos entre tres tendremos los kilogramos de producto por producción: 271 kg. en base a esta cifra dimensionaremos el equipo necesario para esta ruta. A continuación se muestra un diagrama con la secuencia del proceso:



## 1a. BALANCE DE MATERIA: (para una producción)

## a) Acido p-nitrobenzóico:

$$271 \text{ kg prod.} * 0.8951 \text{ kg acido/ kg prod.} = 243 \text{ kg}$$

## b) Xileno:

$$271 \text{ kg prod.} * 29.92 \text{ l xileno/ kg prod.} = 8,112 \text{ l}$$

## c) Dietilaminoetanol:

$$271 \text{ kg prod.} * 0.6271 \text{ kg DAE/ kg prod.} = 170 \text{ kg} \\ = 196 \text{ l}$$

## d) Hidrógeno:

$$271 \text{ kg prod.} * 0.0081 \text{ kg H/ kg prod.} = 2.2 \text{ kg}$$

## e) Acido clorhídrico:

$$271 \text{ kg prod.} * 0.2974 \text{ kg HCl/ kg prod.} = 81 \text{ kg}$$

## f) Catalizador de paladio:

$$271.12 \text{ kg prod.} * 0.01 \text{ kg Pd/ kg prod.} = 2.71 \text{ kg (1a. vez)} \\ * 0.005 \quad \quad \quad = 1.36 \text{ (en adelante)}$$

## 1b. PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS:

## a) REACTOR:

$$V \text{ reactor} = V \text{ xileno} + V \text{ detilaminoetanol} \\ = 8,111.91 \text{ l} + 185.87 \text{ l} = 8,307.78 \text{ l}$$

Este equipo va a estar lleno al 85 % de su capacidad, y se considera además un factor de utilización del 70 %, por lo que el volumen queda:

$$V = 8,307.78 \text{ l} / 0.85 / 0.7 = 13,962.66 \text{ l}$$

$$\text{VOLUMEN DEL REACTOR} = 14,000 \text{ l}$$

Debido a que es un volumen muy grande es preferible tener dos reactores de 7,000 l cada uno. Además esto ayudaría para poder utilizarlos de manera alternada, y da más flexibilidad a la planta.

#### ESPEORES DEL CUERPO Y CABEZAS DEL REACTOR:

$$P \text{ operación} = 1 \text{ kgf/cm}^2 \quad P \text{ diseño} = 24.89 \text{ psig}$$

$$T \text{ operación} = 130 \text{ } ^\circ\text{C} \quad T \text{ diseño} = 320 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$L/D = 1.2$$

Material = acero inoxidable SA 240 Gd 316

$$S = 18,800 \text{ lbf/pulg}^2 \quad \text{Cabezas Helípticas}$$

$$E \text{ cuerpo} = 0.85 \quad E \text{ cabezas} = 1$$

$$D = (4 \cdot 7000 / 1.2 / \pi)^{1/3} = 1.95 \text{ dm} = 76.77 \text{ pulg}$$

$$L = 1.2 \cdot D = 1.2 \cdot 76.77 \text{ pulg} = 92.81 \text{ pulg}$$

$$t \text{ cuerpo} = P \cdot R / (S \cdot E - 0.6 \cdot P) = 0.0611 \text{ pulg}$$

$$t \text{ cuerpo} = t + C = 0.0611 + 1/16 \text{ pulg} = 0.1236 \text{ pulg}$$

$$t \text{ cuerpo comercial} = 1/8 \text{ pulg}$$

$$t \text{ cabezas} = P \cdot D / (2 \cdot (S \cdot E - 0.1 \cdot P)) = 0.0519 \text{ pulg}$$

$$t \text{ cabezas} = t + C = 0.0519 + 1/16 = 0.1144 \text{ pulg}$$



t cabezas comercial = 3/16 pulg

PESO DEL REACTOR:

$$V \text{ acero cuerpo} = \pi * L * ((R+t \text{ cuerpo})^2 - R^2) \\ = 0.81 \text{ pie}^3$$

$$V \text{ acero cabezas} = 4/3 * \pi * (R+t \text{ cabezas})^3 - R^3 \\ = 1.01 \text{ pie}^3$$

$$V \text{ acero} = 1.82 \text{ pie}^3$$

$$\text{Densidad acero} = 490 \text{ lb/pie}^3$$

$$\text{Peso acero} = 1.82 \text{ pie}^3 * 490 \text{ lb/pie}^3 \\ = 891.8 \text{ lb} = 404.4 \text{ kg} \quad (\text{sin chaqueta y} \\ \text{agitador})$$

Enchaquetado y agitado.

COSTO: \$74'401,600.00 (Dos unidades)

b) TANQUE SEPARADOR:

$$V \text{ tanque} = V \text{ agua condensada} + V \text{ xileno condensado} \\ = 0.9969 \text{ l/h} + 8.52 \text{ l/h} = 9.407 \text{ l/h}$$

Considerando que esta lleno al 85% de su capacidad:

$$V \text{ tanque} = 11.067 \text{ l}$$

ESPESOR DEL CUERPO Y CABEZAS:

El cálculo de los espesores se realiza de manera similar a los del reactor, por lo que únicamente se escribirán los resultados.

$$P \text{ diseño} = 24.8803 \text{ psig}$$

$$T \text{ diseño} = 320 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$L/D = 1.2$$

Material = Acero inoxidable SA 240 Gd 304

S = 18,800 lbf/pulg' Cabezas helicicas

E cuerpo = 0.85 E cabezas = 1

D = 8.461 = pulg L = 10.16 pulg

t cuerpo = 3/16 pulg t cabezas = 3/16 pulg

V acero = 0.0.0273 pie

Peso acero = 13.36 lb = 6.06 kg

Costo = \$336,000.00 (Dos unidades)

c) TANQUE HIDROGENADOR:

Debido a que se tendrán dos reactores de 7000 l que se utilizarán alternadamente el tanque hidrogenador puede ser de 7000 l.

$$V \text{ tanque} = 7000 \text{ l}$$

ESPESOR DEL CUERPO Y LAS CABEZAS DEL TANQUE:

P operación = 1 kgf/cm' P diseño = 81.78 psig

T operación = 60 °C T diseño = 194 °F

$$L/D = 1.2$$

Material = Acero Inoxidable SA 240 Gd 316

S = 18,800 lbf/pulg' Cabezas Helicicas

D = 76.81 pulg L = 92.81 pulg

t cuerpo = 5/16 pulg t cabezas = 1/4 pulg

V acero = 3.37 pie<sup>3</sup>

Peso tanque = 1,653.3 lb = 749.8 kg

Enchquetado y agitado.

COSTO: \$ 137'947,300.00

d) TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE XILENO:

Para calcular el volumen de este equipo se consideraron 10 días de inventario.

$$V = 8,111.91 \text{ l xileno/día} * 10 \text{ días} = 81,119.1 \text{ l}$$

$$V \text{ diseño} = V * 1.2 = 81,119.1 \text{ l} * 1.2 = 97,342.9 \text{ l}$$

$$P = P \text{ atmosférica} \quad T = T \text{ ambiente}$$

$$D = 15.39 \text{ pie} \quad L = 18.47 \text{ pie}$$

$$Sg = 0.86$$

Material: Acero Inoxidable SA 240 Gd 304

$$S = 18,800 \text{ lbf/pulg}^2$$

para tanques atmosféricos:

$$t = 2.6 * D * (1 - 1) * Sg / S / E$$

$$= 2.6 * 15.39 * (18.47 - 1) * 0.86 / 18,800 / 0.85 = 0.038 \text{ pulg}$$

$$t \text{ comercial} = 3/16 \text{ pulg}$$

$$V \text{ acero} = \pi / 4 * L * ((D + 2t)^2 - D^2)$$

$$= \pi / 4 * 18.47 * ((15.39 + 2 * 3/16 / 12)^2 - 15.39^2)$$

$$V \text{ acero} = 9.89 \text{ pie}^3$$

Peso acero = 4,846.1 lb = 2,197.78 kg

COSTO: \$ 175'790,000.00

## e) BOMBA 1:

Esta es la bomba que alimenta xileno al reactor, los datos requeridos para su cálculo son:

Q = 102.67 gpm	Sg = 0.86
Viscosidad = 0.65 cp	P vapor = 0.0307 psia
P atmosférica = 11.33 psia	T = 68 °F
P succión = 11.33 psia	P descarga = 11.33 psia
z succión = 1 pie	z descarga = 16 pie
L succión = 5 pie	L descarga = 20 pie
Eficiencia = 70%	

## SUCCION:

d nominal = 4 pulg	d interno = 4.026 pulg
Caida de P/100 = 0.2304 psi	Velocidad = 2.59pie/seg
1 válvula de compuerta	
1 válvula check	
2 codos 90 grados	
Caida de presión total = 0.2187 psi	

## DESCARGA:

d nominal = 3 pulg	d interno = 3.068 pulg
Caida de P/100 = 0.8958 psi	Velocidad = 4.46pie/seg
1 valvula de compuerta	
2 codos 90 grados	
Caida de presión total = 0.6555 psi	

## ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA:

Presión de succión = 0.0880 psig

Presión de descarga = 6.8089 psig

NPSH disponible = 30.5867 pie

BHP = 0.5750 hp

Motor tipo jaula de ardilla de 0.7 hp

COSTO: \$ 5'000,000.00

## f) BOMBA 2:

Esta bomba alimenta la solución que sale del reactor al filtro prensa.

Q = 102.67 gpm

Sg = 0.71

Viscosidad = 0.22 cp

P vapor = 0.1206 psia

P atmosférica = 11.33 psia

T = 130 °C

P succión = 11.33 psia

P descarga = 42.67 psia

z succión = 3 pie

z descarga = 3 pie

L succión = 5 pie

L descarga = 20 pie

Eficiencia = 70 %

## SUCCION:

d nominal = 4 pulg

d interno = 4.026 pulg

Caída de P/100 = 0.173 psi

Velocidad = 2.59pie/seg

1 válvula de compuerta

1 válvula check

2 codos de 90 grados

Caida de presión total = 0.141 psi

DESGARGA:

d nominal = 3 pulg                      d interno = 3.068 pulg  
 Caída de P/100 = 0.6891 psi      Velocidad = 4.46 pie/seg  
 1 válvula de compuerta  
 2 codos de 90 grados  
 Caída de presión total = 0.5046 psi

ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA:

P succión = 0.7388 psig  
 P descarga = 1.2703 psig  
 Presión diferencial = 0.5315 psi  
 BHP = 0.0455 hp  
 Motor tipo jaula de ardilla de 0.1 hp  
 COSTO: \$ 5'000,000.00

g) CONDENSADOR:

Este equipo debe condensar una mezcla de vapores de agua y xileno con agua de enfriamiento.

V agua a condensar = 0.9969 l/h      W = 996.9 g/h  
 V xileno = 9.50 l/h                      W = 7,413.24 g/h  
 T entrada = 130 °C                      T salida = 90 °C  

$$Q = W_x \cdot \text{calor cond. } x + W_x \cdot C_{p_x} \cdot (t_2 - t_1) + W_a \cdot C_{p_a} \cdot (\text{vapor}) \cdot (t_2' - t_1') + W_a \cdot \text{calor cond. } a +$$

$$W_a * C_{pa}(\text{liquido}) * (t_2 - t_1)$$

$$Q = 1'318,014 \text{ Btu/h}$$

Agua de Enfriamiento:

T entrada = 15 °C

T salida = 30 °C

W = 48,815.33 g/h

ESPECIFICACIONES DEL CONDENSADOR:

Area de transferencia de calor = 81,15 pie<sup>2</sup>

Material cuerpo: Acero al Carbón

Material tubos = Acero Inoxidable SA 240 Gd 316

Costo = \$110'000,000.00 (Dos unidades)

h) **FILTRO PRENSA:**

Q = 102.67 gpm

Capacidad = 100 kg

Material a filtrar: carbón activado

COSTO: \$ 120'000,000.00

i) **SECADOR DE CHAROLAS:**

No. charolas = 40

Tamaño charolas: 2 pie' superficie x 1/2 pulg espesor

Capacidad = 100 kg

COSTO: \$ 80'000,000.00

El secado se lleva a cabo con aire caliente:

$T_i = 160^\circ\text{F}$                        $Y_i = 0.114$  lbmol agua/lbmol aire

Flujo másico de aire = 500 lb/h pie<sup>2</sup>

Tiempo de secado = 2.5 h

j) **CENTRIFUGA:**

Capacidad = 50 kg

Tipo de canasta: perforada

Diámetro de la canasta = 45 pulg

Flecha vertical suspendida

Motor y transmisión en la parte inferior

Velocidad de la canasta = 1,200 rpm

Motor de 25 hp

COSTO: \$ 180'000.000.00

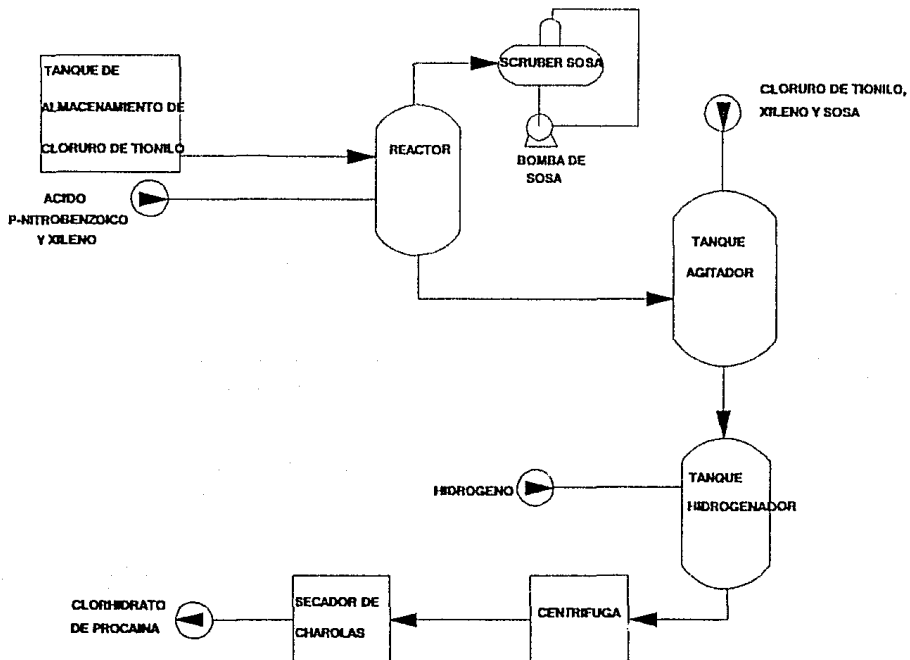
2. **ESCALAMIENTO RUTA 2:**

A nivel industrial el proceso requiere de un **REACTOR VIDRIADO** o con recubrimiento epóxico en donde se lleva a cabo la reacción entre el ácido y el cloruro de tionilo. Los vapores que se desprenden en el reactor son enviados a un "**SCRUBER DE SOSA**" en el cual son neutralizados. Para tener un buen contacto entre los gases y la sosa esta última es enviada a la parte superior del tanque mediante una **BOMBA**, desde donde se deja caer. Una vez formado el



cloruro del ácido es necesario agregar un poco de xileno para disolver el producto y poderlo pasar a un **TANQUE AGITADOR** donde se termina de agregar el disolvente y posteriormente se añade gota a gota el dietilaminoetanol. Se forma el clorhidrato del ester nitrado, el cual precipita en el tanque. Para volver a disolverlo es necesario agregar sosa. Posteriormente se decanta la fase acuosa y por gravedad se envía la fase orgánica al **TANQUE HIDROGENADOR**. En este equipo se inyecta hidrógeno a presión para reducir el producto, una vez reducido se baja la presión del tanque y después se agrega una solución de ácido clorhídrico para producir el clorhidrato de procaina. El producto es enviado a una **CENTRIFUGA** y posteriormente a un **SECADOR DE CHAROLAS**. El diagrama que muestra de manera global el proceso se presenta a continuación:

## RUTA 2



## 2a. BALANCE DE MATERIA:

a) Acido p-nitrobenz6ico:

$$203 \text{ kg prod.} * 0.8559 \text{ kg ac./kg prod.} = 174 \text{ kg}$$

b) Dietilaminoetanol:

$$203 \text{ kg prod.} * 0.5822 \text{ kg DAE/kg prod.} = 118 \text{ kg}$$

c) Cloruro de tionilo:

$$203 \text{ kg prod.} * 0.6703 \text{ kg SOCl}_2/\text{kg prod.} = 136 \text{ kg}$$

d) Acido clorh6idrico:

$$203 \text{ kg prod.} * 0.2974 \text{ kg ac./Kg prod.} = 60 \text{ kg}$$

e) Hidr6geno:

$$203 \text{ kg prod.} * 0.0081 \text{ kg H/Kg prod.} = 1.65 \text{ kg}$$

f) Sosa:

$$203 \text{ kg prod.} * 0.1438 \text{ kg sosa/kg prod.} = 29 \text{ kg}$$

g) Xileno:

$$203 \text{ kg prod.} * 16.25 \text{ l xileno/kg prod.} = 3,305 \text{ l}$$

h) Catalizador de Pd:

$$203 \text{ kg prod.} * 0.01 \text{ kg catz./kg prod.} = 2.03 \text{ kg (la vez)}$$

$$* 0.005 \text{ kg catz./kg prod.} = 1.01 \text{ kg (en adelante)}$$

## 2b. PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS:

## a) REACTOR:

A este reactor se va a alimentar 174.04 kg de ácido y 136.29 kg de cloruro de tionilo, que nos da un total de 310.33 kg, si consideramos una densidad de 1 g/l obtenemos un volumen de 310.33 l. Se agrega posteriormente 500 l de xileno, se considera que el equipo se llena hasta el 85 % de su capacidad y un factor de utilización de 70%.

$$V \text{ reactor} = (310.33 \text{ l} + 500 \text{ l}) / 0.85 / 0.7 = 1300 \text{ l}$$

## CARACTERISTICAS:

Material: reactor de acero vidriado

Cabezas helipecticas

D = 3.35 pie

L = 7.26 pie

P diseño = presión atmosférica

Enchaquetado y agitado

COSTO: \$ 200'000,000.00

## b) TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE XILENO:

Se consideraron 10 días de inventario para calcular su volumen:

$$V = 3,305 \text{ l/día} * 10 \text{ días} = 33,050 \text{ l}$$

$$V \text{ diseño} = 33,050 \text{ l} * 1.2 = 39,660 \text{ l}$$

$$P = P \text{ atmosférica}$$

$$T = T \text{ ambiente}$$

$$D = 11.41 \text{ pie}$$

$$L = 13.69 \text{ pie}$$

$$S_g = 0.86$$

Material: Acero Inoxidable SA 240 Gd 304

$$S = 18,000 \text{ lbf/pulg}^2$$

$$t = (2.6 * D * (L-1) * S_g) / S/E$$

$$= (2.6 * 11.41 * (13.69-1) * 0.86) / 18,800 / 0.85 = 0.0203 \text{ pulg}$$

$$t \text{ comercial} = 3/16 \text{ pulg}$$

$$V \text{ acero} = \pi/4 * L * ((D + 2*t)^2 - D^2) + \pi*D^2/4*t$$

$$= 5.44 \text{ pie}^3$$

$$\text{Peso acero} = 5.44 \text{ pie}^3 * 490 \text{ lb/pie}^3 = 2,665.6 \text{ lb}$$

$$= 1,208.89 \text{ kg}$$

COSTO: \$ 96'639,000.00

c) TANQUE AGITADOR:

A este equipo se le agregan los 810.33 l provenientes del reactor, 4120 l xileno y 83 l de sosa (al 35% en

peso) que nos da un volumen total de 5,013.87 l.

$$V = 5,013.87 \text{ l} / 0.9 / 0.95 = 5,864.18 \text{ l}$$

$$V \text{ tanque} = 5,900 \text{ l}$$

P atmosférica

T ambiente

$$D = 6.05 \text{ pie}$$

$$L = 7.26 \text{ pie}$$

Material: acero inoxidable SA 240 Gd 316

$$S = 18,800 \text{ lbf/pulg}^2$$

Agitado

$$t = 3/16 \text{ pulg}$$

$$V \text{ acero} = 1.53 \text{ pie}^3$$

$$\text{Peso acero} = 749.4 \text{ lb} = 339.85 \text{ kg (sin agitador)}$$

Agitado

Propela tipo marina con álaves en 45°

COSTO: \$ 30'000,000.00

**d) TANQUE DE HIDROGENACION:**

$$V = 5,900 \text{ l}$$

$$P = 4 \text{ kgf/cm}^2$$

$$T = 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$D = 6.05 \text{ pie}$$

$$L = 7.26 \text{ pie}$$

Material: Acero inoxidable SA 240 Gd 316

$$S = 18,800 \text{ lbf/pulg}^2$$

Cabezas toriesféricas

$$t \text{ cuerpo} = 1/4 \text{ pulg}$$

$$t \text{ cabezas} = 1/4 \text{ pulg}$$

$$V \text{ acero} = 2.64 \text{ pie}^3$$

$$\text{Peso tanque} = 1,294.55 \text{ lb} = 587.09 \text{ kg (sin chaqueta y agitador)}$$

Enchaquetado y agitado  
 COSTO: \$ 108'000,000.00

e) SCRUBER DE SOSA:

V = 100 l

P atmosférica

T ambiente

D = 1.55 pie

L = 1.86 pie

Material: acero inoxidable SA 240 Gd 316 con  
 recubrimiento epóxico.

Concentración inicial sosa: 35%

Concentración final de sosa: 10%

En 2 hrs. se neutralizan 20.643 kg

Q = 65 lb/h de solución que recircula.

COSTO: \$ 180'000,000.00

f) TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CLORURO DE TIONILO:

Para el cálculo de este equipo se considerarán 10 días  
 de inventario:

W = 10 días \* 136.29 kg/día = 1,362.9 kg

Densidad = 0.78 g/ml = 0.78 kg/l

V=W/Densidad = 1,362.9 kg/0.78 kg/l = 1,747.3 l

V diseño = 1,747.3 l \* 1.2 = 2,097 l

V diseño = 2,100 l

T = T ambiente





**DESCARGA:**

d nominal = 1/4 pulg

d interno = 0.75 pulg

Caida de P/100 = 1.3623 psi

Velocidad = 1.4526pie/s

**Accesorios:**

1 válvula de compuerta

2 codos de 90 grados

Caida de presión total = 0.9945 psi

**ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA:**

P succión = 3.3834 psig

P descarga = 20.0128 psig

P diferencial = 16.6294 psig

Cabeza total = 28.67 pie

NPSH disponible = 23.017 pie

BHP = 0.0277 hp

Motor tipo jaula de ardilla de 0.05 hp

COSTO: \$ 15'000,000.00

**h) CENTRIFUGA:**

Capacidad = 50 kg

Tipo de canasta: perforada

Diámetro de la canasta = 45 pulg

Velocidad de la canasta = 1,200 rpm

Flecha vertical suspendida

Motor y cadena en la parte inferior

Motor de 25 hp

COSTO: \$ 180'000,000.00

i) SECADOR DE CHAROLAS:

No. de charolas = 40

Tamaño charolas: 2 pie' superficie \* 1/2 pulg espesor

Capacidad = 100 kg

El secado se lleva a cabo con aire caliente:

$T_i = 160^{\circ}\text{F}$        $Y_i = 0.114 \text{ lb mol agua/lb mol aire}$

Flujo másico de aire = 500 lb/h pie'

Tiempo de secado = 2.5 h

COSTO: \$ 80'000,000.00

3. LOCALIZACION DE LA PLANTA:

Para poder definir donde se va a instalar la planta hay que analizar primeramente la localización de los proveedores, de los consumidores y el suministro de servicios.

La mayoría de las materias primas utilizadas en la producción del clorhidrato de procaína son de importación; la mayoría de los clientes de esta industria se encuentran en el norte del D.F. Sin embargo, en la actualidad ya no está permitido establecerse en el área metropolitana. Debido a que el precio del producto es elevado el costo del flete no incide en el costo total del producto, por lo

que prácticamente la planta se puede establecer en cualquier parte del país. Se seleccionó instalar a la planta en San Luis Potosí por ser una ciudad que cuenta con todos los servicios y buenas vías de comunicación. Además, en este momento el gobierno del estado proporciona facilidades fiscales a las industrias que se establecen en esta zona.

8. ESTUDIO ECONOMICO  
COMPARATIVO DE LOS  
DOS PROYECTOS

ESTUDIO ECONOMICO COMPARATIVO DE LOS PROYECTOS:

## 1. ANALISIS CONTABLE:

Para realizar este estudio se consideró el caso hipotético de que se va a instalar la planta para producir el clorhidrato de procaína en 1990 (año 0), y que ésta empezará a funcionar a partir de 1991 (año 1). El estudio se realizará a pesos constantes de Diciembre de '89.

Para poder elaborar los estados financieros proforma es necesario determinar primero de manera preliminar la inversión y los costos y gastos en general.

## a) INVERSION:

INVERSION EN ACTIVO FIJO: está formada por el costo del terreno, el edificio, la tubería e instrumentación, y el equipo:

CONCEPTO (M\$'89)	ruta 1	ruta 2
Terreno	100,000	100,000
Edificio	160,000	160,000
Equipo	888,470	956,150
Tubería e instrumentación	133,270	143,420
<b>TOTAL CAP. FIJO</b>	<b>1,281,740</b>	<b>1,359,570</b>

CAPITAL DE TRABAJO: El capital de trabajo es la cantidad que es necesario invertir (y que no se considera activo fijo) para poder iniciar la producción. Esta formado por los inventario de materias primas, producto en proceso, producto terminado, las cuentas por cobrar, las cuentas por pagar y el efectivo en caja.

- Inventario de Materias Primas: 20 días de inventario
- Los precios de las materias primas (a pesos constantes de '89) se presentan en la siguiente tabla:

SUSTANCIA	PESOS/kg
Ac. p-nitrobenzóico	11,440
Dietilaminoetanol	6,950
Xileno	900
Ac. Clorhídrico	715
Hidrógeno	315
Catalizador de Pd	328,900
Hidróxido de sodio	744
Cloruro de Tionilo	2,031

Los inventarios de materias primas se calcularon multiplicando los precios de cada sustancia por la producción diaria de clorhidrato de procaina (183.89 kg/día) por los kg de materia prima / kg de producto y por los veinte días de inventario.

Ejemplo: para la ruta 1 el inventario de ácido p-nitrobenzónico se calculó como sigue:

$$\begin{aligned} \text{inventario} &= \$11,440/\text{kg} \quad * \quad 0.8951 \quad \text{kg} \quad \text{ac./kg} \\ &\quad \text{producto} \quad * \quad 184 \quad \text{kg prod/día} \quad 20 \quad \text{días} \\ &= \$37'528,780 \end{aligned}$$

Se obtuvieron los siguientes resultados:

INVENTARIO SUSTANCIA (M PESOS '89)	RUTA 1	RUTA 2
Ac. p-nitrobenzónico	37,528.78	35,885.26
Dietilaminoetanol	16,029.12	14,881.44
Xileno	99,035.80	49,650.30
Acido clorhídrico	782.06	782.06
Hidrógeno	6.29	6.29
Catalizador de Pd	12,096.28	12,096.28
Hidróxido de sodio		673.32
Cloruro de tionilo		5,005.88
<b>TOTAL</b>	<b>165,478.33</b>	<b>118,980.83</b>

- Inventario de Producto en Proceso: Se consideraron 1.3 días de inventario para la ruta 1, ya que requiere de 1.3 días para producir un lote de producto; y para la ruta 2 se realizaron los cálculos en base a 1 día de inventario que es el tiempo requerido para obtener una producción. El precio del producto en proceso se considera igual al precio del producto terminado (\$95,729.63/kg para '91) y

la producción por día de 183.89 kg, por lo que para el inventario de producto en proceso tenemos:

INV.PROD.PROCESO	RUTA 1	RUTA 2
(M PESOS '89)	22,884.84	17,603.72

- Inventario de producto terminado: para ambos casos el inventario se realizó a 15 días.

INV.PROD.TERMINADO	RUTA 1	RUTA 2
(M PESOS '89)	264,055.82	264,055.82

- Cuentas por Cobrar: 15 días de producto terminado.

CUENTAS POR COBRAR	RUTA 1	RUTA 2
(M PESOS '89)	264,055.82	264,055.82

- Cuentas por Pagar: 20 días de materia prima.

CUENTAS POR PAGAR	RUTA 1	RUTA 2
(M PESOS '89)	-165,478.33	-118,980.83

- Efectivo en Caja: 5 días de sueldos. La ruta 1 requiere de dos supervisores más debido a que se requieren más turnos; los sueldos por día considerados son de 1,667 M pesos y 1,467 M pesos para las rutas 1 y 2 respectivamente.

EFFECTIVO EN CAJA	RUTA 1	RUTA 2
(M PESOS '89)	8,335	7,335

Como se mencionó el capital de trabajo se calcula como la



suma de todos estos conceptos:

CONCEPTO (M PESOS '89)	RUTA 1	RUTA 2
Inv. Materias Primas	165,478.33	118,980.83
Inv. Producto en Proceso	22,884.84	17,603.72
Inv. Producto Terminado	264,055.82	264,055.82
Cuentas por Cobrar	264,055.82	264,055.82
Cuentas por Pagar	-165,478.33	-118,980.83
Efectivo en Caja	8,335.00	7,335.00
<b>TOTAL CAPITAL DE TRABAJO</b>	<b>559,331.48</b>	<b>553,050.36</b>

La Inversión Total es la suma del Capital Fijo más el Capital de Trabajo:

(M PESOS '89)	RUTA 1	RUTA 2
<b>CAPITAL FIJO</b>	<b>1'281,740</b>	<b>1'359,570</b>
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>	<b>559,331.48</b>	<b>553,050.36</b>
<b>I N V E R S I O N</b>	<b>1'841,071.48</b>	<b>1'912,620.36</b>

**b) COSTOS Y GASTOS:**

Para realizar la determinación de los costos y gastos se consideraron que la mayoría de ellos representaban un determinado porcentaje de otros conceptos.

**COSTOS DIRECTOS DE OPERACION:**

1. Materia Prima: El costo de la materia prima se determinó directamente utilizando el incremento en la

producción de cada año.

2. Mano de Obra: Por ser una industria farmacéutica pequeña y tratarse de un proceso sencillo la mano de obra se calculó como el 7% del Costo Total del Producto  
(el total de la suma de los costos y gastos).
3. Supervisión y Administración: Se puede calcular a partir del costo de la mano de obra, para este caso se consideró que representaba un 15% del costo de la mano de obra.
4. Servicios Auxiliares: Se consideró un 5% del costo total del producto.
5. Mantenimiento y Reparaciones: Este concepto se calculó directamente a partir del capital fijo como un 11% del mismo.
6. Suministros de Operación: Su cálculo también es directo, se consideró que representaba un 15% del costo por mantenimiento y reparaciones.
7. Cargos por Laboratorios: Estos costos representaron el 20% del costo de la mano de obra.
8. Regalías y Patentes: Los procesos para la producción del clorhidrato de procaina utilizados en este trabajo son ya bastante antiguos, no es necesario pagar por poderlos utilizar.

#### COSTOS INDIRECTOS DE OPERACION:

1. Depreciación: La depreciación se calculó por el método

de la línea recta de la siguiente manera:

$$D = (V - P)/N \quad \text{Donde: } D = \text{depreciación}$$

V = valor de adquisición

P = valor de rescate

N = número de años de vida útil del equipo

Para ambos procesos se consideró que el valor de rescate del equipo era cero y que el número de años de vida útil del mismo eran 10 años; en cuanto al edificio, se depreció a 20 años.

2. Seguros: Representaron el 1.5% de la inversión en activo fijo.
3. Impuestos Locales: Su cálculo se realizó considerando que eran el 2.5% del costo del terreno y el edificio.
4. Financiamiento: La inversión es pequeña por lo que se consideró que no era necesario obtener un financiamiento.

#### OTROS COSTOS Y GASTOS:

1. Costos Indirectos de Planta: Se calculó considerando un 70% de los costos de la mano de obra, supervisión y administración y mantenimiento.
2. Gastos Administración: Se consideró que representaron el 60% del costo de la mano de obra.
3. Gastos de Mercado y Distribución: Estos gastos representaron el 10% del costo total del producto.
4. Interés Anual por Financiamiento: No se consideró

financiamiento.

5. Gastos de Planeación y Desarrollo: Se consideró un 7% de las ventas.
6. Contingencias: En este concepto entran todos aquellos gastos imprevistos, en este trabajo las contingencias fueron el 4% del costo total del producto.

El Costo Total del Producto se obtuvo de sumar todos estos conceptos mediante un proceso iterativo.

## 2. CALCULO DE UTILIDADES Y FLUJO NETO DE EFECTIVO:

- a) Utilidad de Operación: la utilidad de operación se obtiene de restarle a las ventas netas el costo total del producto.
- b) Utilidad Neta: para obtener esta utilidad es necesario calcular primeramente la parte de la utilidad de operación que hay que pagar como impuestos y el reparto de utilidades.

IMPUESTOS: Se consideró que los impuestos representaban el 42% de la utilidad de operación.

REPARTO DE UTILIDADES: para su cálculo se consideró que era el 10% de la utilidad de operación.

Una vez que se tuvo estos conceptos se calculó la utilidad neta como la utilidad de operación menos los impuestos y el reparto de utilidades.

- c) Flujo Neto de Efectivo: El flujo neto de efectivo se define como la suma de la utilidad neta más la depreciación (o amortización).

### 3. VALOR PRESENTE NETO Y TASA INTERNA DE RECUPERACION:

Para elaborar los Estados Financieros proforma y poder determinar realmente cuál de las dos rutas es la más conveniente se deben calcular dos indicadores económicos utilizados en la factibilidad de proyectos:

- a) Valor Presente Neto: Este indicador considera una disponibilidad ilimitada de oportunidades para invertir el capital a una tasa de interés constante. Cada oportunidad de inversión se translada al valor actual, y el total se compara con la inversión original. Se considera que un proyecto es atractivo únicamente cuando el valor presente neto es mayor de cero. El valor presente neto se calcula como:

$$VPN = \sum FNE * 1/(1+i)^n - I \quad \text{donde: VPN} = \text{valor presente neto}$$

n = número de años

FNE = flujo neto de efectivo del año j ésimo

i = Tasa de recuperación mínima atractiva

I = Inversión original

- b) Tasa Interna de Recuperación: Este indicador nos permite conocer la tasa de recuperación a la cual el valor presente neto es igual a cero. Para obtenerlo es necesario igualar la fórmula del valor presente neto a cero y utilizar un método iterativo. Su expresión es:

$$\sum FNE * 1/(1+k)^n - I = 0 \quad \text{donde: FNE = flujo neto de efectivo del año j ésimo}$$

I = inversión original

k = Tasa interna de recuperación

#### 4. ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA Y ESTUDIO DE SENSIBILIDAD:

A continuación se muestran los estados de resultados y los balances de cada una de las dos rutas, así como el estudio de sensibilidad de ambas rutas:

**RUTA 1, SINTESIS DEL CLORHIDRATO DE PROCAINA  
ESTADO DE RESULTADOS (M\$ '89)**

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>INVERSION:</b>											
TERRENO	100,000										
EDIFICIO	160,000										
EQUIPO	888,470										
TUBERIA E INSTR.	133,270										
TOTAL INVERSION EN ACTIVO FIJO	1,281,740										
CAPITAL DE TABAJO	559,331										
<b>TOTAL INVERSION</b>	<b>1,841,071</b>										
<b>VENTAS</b>	0	5,017,122	5,126,949	5,241,989	5,355,550	5,474,456	5,591,862	5,714,749	5,839,692	5,963,106	6,092,211
<b>COSTOS Y GASTOS</b>											
<b>COSTOS DIRECTOS DE OPERACION:</b>											
MATERIA PRIMA	0	2,358,066	2,297,398	2,323,201	2,349,295	2,375,682	2,402,365	2,429,348	2,456,634	2,484,226	2,512,128
MANO DE OBRA	0	352,297	346,287	350,128	353,989	357,926	361,885	365,921	370,008	374,117	378,307
SUPERVION Y ADMON.	0	52,845	51,943	52,519	53,098	53,689	54,283	54,888	55,501	56,118	56,746
SERVICIOS AUXILIARES	0	251,641	247,348	250,091	252,849	255,661	258,489	261,372	264,291	267,227	270,219
MANTENIMIENTO	0	140,991	140,991	140,991	140,991	140,991	140,991	140,991	140,991	140,991	140,991
SUMINISTROS OPERACION	0	21,149	21,149	21,149	21,149	21,149	21,149	21,149	21,149	21,149	21,149
LABORATORIOS	0	70,459	69,257	70,026	70,790	71,585	72,377	73,184	74,002	74,823	75,661
REGALIAS Y PATENTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>COSTOS INDIRECTOS DE OPERACION:</b>											
DEPRECIACION	0	110,174	110,174	110,174	110,174	110,174	110,174	110,174	110,174	110,174	110,174
SEGUROS	0	19,226	19,226	19,226	19,226	19,226	19,226	19,226	19,226	19,226	19,226
IMPUESTOS LOCALES	0	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500
<b>COSTOS INDIRECTOS DE PLANTA</b>	0	382,293	377,455	380,547	383,655	386,824	390,011	393,260	396,550	399,858	403,231
GASTOS ADMINISTRACION	0	211,370	207,772	210,077	212,393	214,756	217,131	219,552	222,005	224,470	226,984
GASTOS DE MERCADO Y DISTRIBUCION	0	503,281	494,696	500,182	505,698	511,323	516,978	522,744	528,582	534,453	540,439
PLANEACION Y DESARROLLO	0	351,199	358,886	366,939	374,888	383,212	391,430	400,032	408,778	417,417	426,455
CONTINGENCIAS	0	201,312	197,879	200,073	202,279	204,529	206,791	209,098	211,433	213,781	216,175
<b>TOTAL COSTOS</b>	0	5,032,810	4,946,963	5,001,822	5,056,984	5,113,227	5,169,780	5,227,440	5,285,824	5,344,532	5,404,387
<b>UTILIDAD OPERACION</b>	0	(15,689)	179,986	240,166	298,565	361,229	422,082	487,310	553,868	618,574	687,824
IMPUESTOS	0	0	75,594	100,870	125,397	151,716	177,275	204,670	232,624	259,801	288,886
REPARTO UTILIDADES	0	0	17,999	24,017	29,857	36,123	42,208	48,731	55,387	61,857	68,782
<b>UTILIDAD NETA</b>	0	(15,689)	86,393	115,289	143,311	173,390	202,599	233,009	265,856	296,916	330,155
<b>FLUJO NETO EFECTIVO</b>	(1,841,071)	84,485	196,567	225,454	253,485	289,564	312,773	344,063	376,030	407,090	440,329

TASA DE RECUPERACION MINIMA ATRACTIVA

12%

VALOR PRESENTE NETO AL 12%

(162,984)

TASA INTERNA DE RECUPERACION

7.82%

RUTA 1, SINTESIS DEL CLORHIDRATO DE PROCAINA  
BALANCE GENERAL AL 31 DE DIC. DEL AÑO  
(M\$ '89)

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ACTIVOS:</b>											
ACTIVO CIRCULANTE:	0	0.0006381	0.0005567	0.0003813	0.0000083	0.0004497	0.0022551	0.0034744	0.0062425	0.0000827	0.0026359
EFFECTIVO EN CAJA	0	421,364	633,801	762,433	890,182	1,019,951	1,148,822	1,279,765	1,411,319	1,541,954	1,674,741
INV. MATERIA PRIMA	0	165,478	161,221	163,032	164,863	166,715	168,587	170,481	172,395	174,332	176,290
INV. PRODUCTO PROCESO	0	22,885	23,142	23,402	23,665	23,930	24,199	24,471	24,746	25,024	25,305
INV. PRODUCTO TERMINADO	0	264,056	267,022	270,021	273,054	276,120	279,222	282,358	285,529	288,736	291,979
TOTAL INVENTARIOS	0	452,419	451,384	456,454	461,581	466,765	472,008	477,310	482,671	488,092	493,574
CUENTAS POR COBRAR	0	124,109	120,916	122,274	123,647	125,036	126,440	127,860	129,297	130,749	132,217
TOTAL ACT. CIRC.	0	997,891	1,206,102	1,341,161	1,475,410	1,611,752	1,747,271	1,884,935	2,023,286	2,160,795	2,300,533
ACTIVO FIJO:											
MAQUINARIA Y EQUIPO	1,021,740	1,021,740	1,021,740	1,021,740	1,021,740	1,021,740	1,021,740	1,021,740	1,021,740	1,021,740	1,021,740
TERRENO	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
EDIFICIO	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000
OTROS	559,331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEPRECIACION	0	102,174	102,174	102,174	102,174	102,174	102,174	102,174	102,174	102,174	102,174
DEPRECIACION ACUMULADA	0	102,174	204,348	306,522	408,696	510,870	613,044	715,218	817,392	919,566	1,021,740
TOTAL ACT. FIJO	1,841,071	1,179,566	1,077,392	975,218	873,044	770,870	668,696	566,522	464,348	362,174	260,000
OTROS ACTIVOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL ACTIVOS</b>	<b>1,841,071</b>	<b>2,177,457</b>	<b>2,283,494</b>	<b>2,316,379</b>	<b>2,348,454</b>	<b>2,382,622</b>	<b>2,415,967</b>	<b>2,451,457</b>	<b>2,487,634</b>	<b>2,522,969</b>	<b>2,560,533</b>
<b>PASIVOS:</b>											
CUENTAS POR PAGAR	0	352,074	356,029	360,028	364,071	368,161	372,296	376,477	380,706	384,982	389,306
PASIVOS A LARGO PLAZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL PASIVOS</b>	<b>0</b>	<b>352,074</b>	<b>356,029</b>	<b>360,028</b>	<b>364,071</b>	<b>368,161</b>	<b>372,296</b>	<b>376,477</b>	<b>380,706</b>	<b>384,982</b>	<b>389,306</b>
<b>CAPITAL:</b>											
CAPITAL SOCIAL	1,841,071	1,841,071	1,841,071	1,841,071	1,841,071	1,841,071	1,841,071	1,841,071	1,841,071	1,841,071	1,841,071
RESULTADO DEL EJERCICIO	0	(15,689)	86,393	115,280	143,311	173,390	202,599	233,909	265,856	296,916	330,155
RESULTADO ACUMULADO	0	(15,689)	70,705	185,985	329,296	502,686	705,285	939,194	1,205,050	1,501,966	1,832,121
<b>TOTAL CAPITAL</b>	<b>1,841,071</b>	<b>1,825,383</b>	<b>1,927,465</b>	<b>1,956,351</b>	<b>1,984,383</b>	<b>2,014,461</b>	<b>2,043,671</b>	<b>2,074,980</b>	<b>2,106,928</b>	<b>2,137,987</b>	<b>2,171,227</b>
<b>TOTAL PASIVOS+CAPITAL</b>	<b>1,841,071</b>	<b>2,177,457</b>	<b>2,283,494</b>	<b>2,316,379</b>	<b>2,348,454</b>	<b>2,382,622</b>	<b>2,415,967</b>	<b>2,451,457</b>	<b>2,487,634</b>	<b>2,522,969</b>	<b>2,560,533</b>



**RUTA 2, SINTESIS DEL CLORHIDRATO DE PROCAINA**  
**ESTADO DE RESULTADOS (MS '89)**

<u>AÑO</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>
<b>INVERSION:</b>											
TERRENO	100,000										
EDIFICIO	160,000										
EQUIPO	956,150										
TUBERIA E INSTR.	143,420										
TOTAL INVERSION EN ACTIVO FIJO	1,359,570										
CAPITAL DE TABAJO	553,050										
<b>TOTAL INVERSION</b>	<b>1,912,620</b>										
<b>VENTAS</b>	<b>0</b>	<b>5,017,122</b>	<b>5,126,949</b>	<b>5,241,999</b>	<b>5,355,550</b>	<b>5,474,456</b>	<b>5,591,862</b>	<b>5,714,749</b>	<b>5,839,692</b>	<b>5,963,106</b>	<b>6,092,211</b>
<b>COSTOS Y GASTOS</b>											
<b>COSTOS DIRECTOS DE OPERACION:</b>											
MATERIA PRIMA	0	1,695,477	1,627,366	1,645,644	1,664,128	1,682,919	1,701,720	1,720,833	1,740,161	1,759,707	1,779,471
MANO DE OBRA	0	279,954	273,101	276,088	279,086	282,150	285,226	288,369	291,554	294,751	298,017
SUPERVISION Y ADMON.	0	41,993	40,965	41,413	41,863	42,322	42,784	43,255	43,733	44,213	44,703
SERVICIOS AUXILIARES	0	199,967	195,072	197,205	199,347	201,536	203,733	205,978	208,253	210,536	212,870
MANTENIMIENTO	0	149,553	149,553	149,553	149,553	149,553	149,553	149,553	149,553	149,553	149,553
SUMINISTROS OPERACION	0	22,433	22,433	22,433	22,433	22,433	22,433	22,433	22,433	22,433	22,433
LABORATORIOS	0	55,991	54,620	55,218	55,817	56,430	57,045	57,674	58,311	58,950	59,603
REGALIAS Y PATENTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>COSTOS INDIRECTOS DE OPERACION:</b>											
DEPRECIACION	0	117,957	117,957	117,957	117,957	117,957	117,957	117,957	117,957	117,957	117,957
SEGUROS	0	20,394	20,394	20,394	20,394	20,394	20,394	20,394	20,394	20,394	20,394
IMPUESTOS LOCALES	0	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500
<b>COSTOS INDIRECTOS DE PLANTA</b>											
GASTOS ADMINISTRACION	0	330,050	324,533	326,937	329,351	331,818	334,294	336,824	339,388	341,961	344,591
GASTOS DE MERCADO Y DISTRIBUCION	0	167,973	163,861	165,653	167,451	169,290	171,136	173,022	174,932	176,850	178,810
PLANEACION Y DESARROLLO	0	399,935	390,144	394,411	398,694	403,071	407,466	411,956	416,505	421,072	425,739
CONTINGENCIAS	0	351,199	358,806	366,939	374,888	383,212	391,430	400,032	408,770	417,417	426,455
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>0</b>	<b>3,999,349</b>	<b>3,901,443</b>	<b>3,944,109</b>	<b>3,986,939</b>	<b>4,030,712</b>	<b>4,074,855</b>	<b>4,119,564</b>	<b>4,165,054</b>	<b>4,210,722</b>	<b>4,257,391</b>
<b>UTILIDAD OPERACION</b>	<b>0</b>	<b>1,017,773</b>	<b>1,225,506</b>	<b>1,297,880</b>	<b>1,368,611</b>	<b>1,443,743</b>	<b>1,517,207</b>	<b>1,595,185</b>	<b>1,674,638</b>	<b>1,752,384</b>	<b>1,834,819</b>
<b>IMPUESTOS</b>											
REPARTO UTILIDADES	0	427,464	514,712	545,110	574,816	606,372	637,227	669,978	703,348	736,001	770,624
UTILIDAD NETA	0	101,777	122,551	129,788	136,861	144,374	151,721	159,519	167,464	175,238	183,482
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>0</b>	<b>488,531</b>	<b>588,243</b>	<b>622,983</b>	<b>656,933</b>	<b>692,997</b>	<b>728,250</b>	<b>765,689</b>	<b>803,826</b>	<b>841,144</b>	<b>880,713</b>
<b>FLUJO NETO EFECTIVO</b>	<b>(1,912,620)</b>	<b>606,468</b>	<b>706,200</b>	<b>740,940</b>	<b>774,800</b>	<b>810,954</b>	<b>846,218</b>	<b>883,646</b>	<b>921,783</b>	<b>969,101</b>	<b>998,670</b>

TASA DE RECUPERACION MINIMA ATRACTIVA

12%

VALOR PRESENTE NETO AL 12%

2,540,000

TASA INTERNA DE RECUPERACION

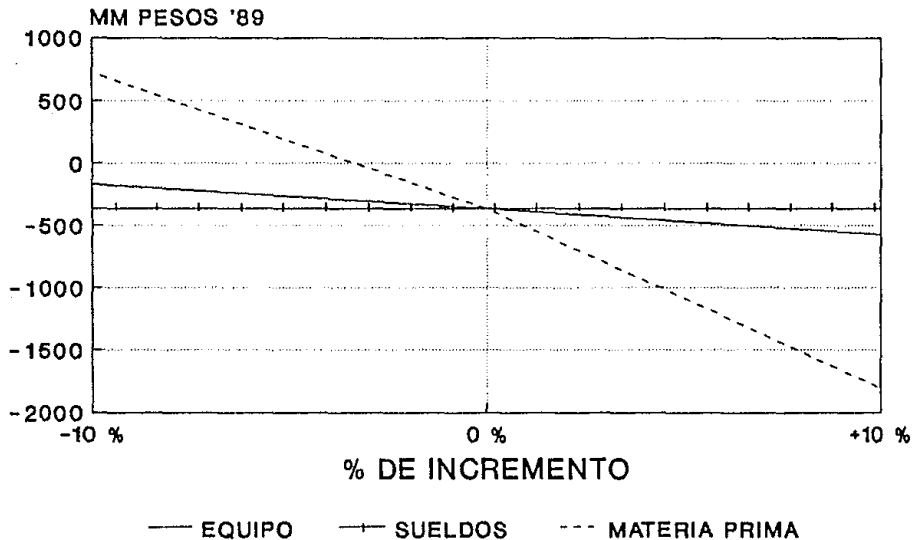
36.63%

RUTA 2, SINTESIS DEL CLORHIDRATO DE PROCAINA  
BALANCE GENERAL AL 31 DE DIC. DEL AÑO  
(M\$ '89)

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ACTIVOS:</b>											
<b>ACTIVO CIRCULANTE:</b>											
EFFECTIVO EN CAJA	0	1,013,737	1,232,561	1,375,813	1,518,259	1,662,802	1,806,528	1,952,403	2,098,970	2,244,700	2,392,663
INV. MATERIA PRIMA	0	118,981	114,201	115,484	116,781	118,093	119,419	120,760	122,117	123,488	124,875
INV. PRODUCTO PROCESO	0	17,804	17,801	18,001	18,204	18,408	18,615	18,824	19,035	19,249	19,465
INV. PRODUCTO TERMINADO	0	264,056	267,022	270,021	273,054	276,120	279,222	282,358	285,529	288,736	291,979
TOTAL INVENTARIOS	0	400,640	399,024	403,506	408,038	412,621	417,256	421,942	426,681	431,474	436,320
CUENTAS POR COBRAR	0	89,236	85,651	86,613	87,586	88,569	89,564	90,570	91,587	92,616	93,656
TOTAL ACT. CIRC.	0	1,503,613	1,717,236	1,865,932	2,013,883	2,163,993	2,313,347	2,464,916	2,617,238	2,768,790	2,922,639
<b>ACTIVO FIJO:</b>											
MAQUINARIA Y EQUIPO	1,099,570	1,099,570	1,099,570	1,099,570	1,099,570	1,099,570	1,099,570	1,099,570	1,099,570	1,099,570	1,099,570
TERRENO	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
EDIFICIO	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000
OTROS	553,050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEPRECIACION	0	109,957	109,957	109,957	109,957	109,957	109,957	109,957	109,957	109,957	109,957
DEPRECIACION ACUMULADA	0	109,957	219,914	329,871	439,828	549,785	659,742	769,699	879,656	989,613	1,099,570
TOTAL ACT. FIJO	1,912,620	1,249,613	1,133,656	1,029,699	919,742	809,785	699,828	589,871	479,914	369,957	260,000
OTROS ACTIVOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL ACTIVOS</b>	<b>1,912,620</b>	<b>2,753,226</b>	<b>2,856,892</b>	<b>2,895,631</b>	<b>2,933,625</b>	<b>2,973,778</b>	<b>3,013,175</b>	<b>3,054,787</b>	<b>3,097,152</b>	<b>3,138,747</b>	<b>3,182,639</b>
<b>PASIVOS:</b>											
CUENTAS POR PAGAR	0	352,074	356,029	360,028	364,071	368,161	372,296	376,477	380,706	384,982	389,306
PASIVOS A LARGO PLAZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL PASIVOS</b>	<b>0</b>	<b>352,074</b>	<b>356,029</b>	<b>360,028</b>	<b>364,071</b>	<b>368,161</b>	<b>372,296</b>	<b>376,477</b>	<b>380,706</b>	<b>384,982</b>	<b>389,306</b>
<b>CAPITAL:</b>											
CAPITAL SOCIAL	1,912,620	1,912,620	1,912,620	1,912,620	1,912,620	1,912,620	1,912,620	1,912,620	1,912,620	1,912,620	1,912,620
RESULTADO DEL EJERCICIO	0	488,531	588,243	622,983	656,933	692,997	728,259	765,689	803,826	841,144	880,713
RESULTADO ACUMULADO	0	488,531	1,076,774	1,699,756	2,356,689	3,049,686	3,777,945	4,543,634	5,347,461	6,188,605	7,069,318
<b>TOTAL CAPITAL</b>	<b>1,912,620</b>	<b>2,401,151</b>	<b>2,500,863</b>	<b>2,535,603</b>	<b>2,569,553</b>	<b>2,606,617</b>	<b>2,640,880</b>	<b>2,678,309</b>	<b>2,716,447</b>	<b>2,753,765</b>	<b>2,793,334</b>
<b>TOTAL PASIVOS+CAPITAL</b>	<b>1,912,620</b>	<b>2,753,226</b>	<b>2,856,892</b>	<b>2,895,631</b>	<b>2,933,625</b>	<b>2,973,778</b>	<b>3,013,175</b>	<b>3,054,787</b>	<b>3,097,152</b>	<b>3,138,747</b>	<b>3,182,639</b>

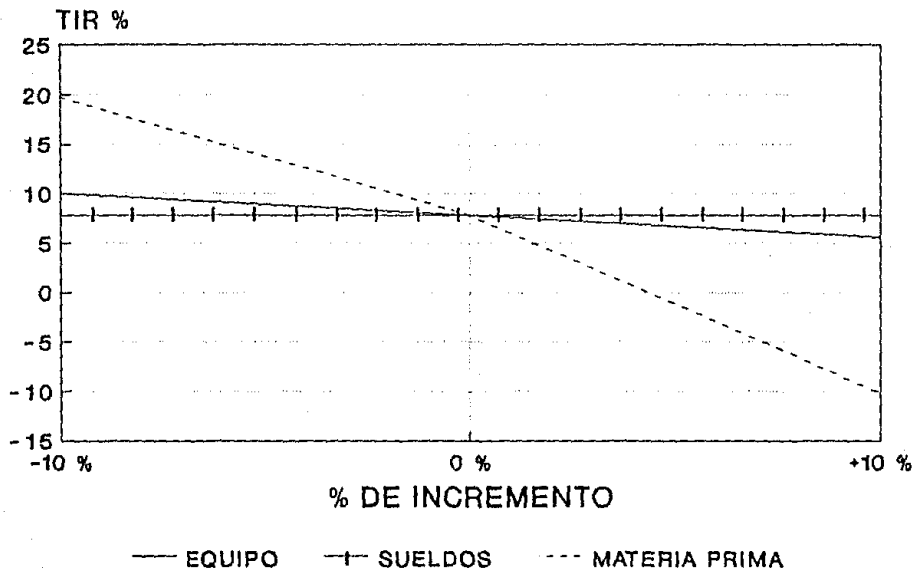
RUTA 1, ESTUDIO DE SENSIBILIDAD			RUTA 2, ESTUDIO DE SENSIBILIDAD		
CONCEPTO	VPN (M\$ '89)	TIR	CONCEPTO	VPN (M\$ '89)	TIR
+ 10% DEL COSTO DEL EQUIPO	(574,920)	5.63%	+ 10% DEL COSTO DEL EQUIPO	2,338,262	33.74%
- 10% DEL COSTO DEL EQUIPO	(168,248)	9.99%	- 10% DEL COSTO DEL EQUIPO	2,741,729	39.82%
+ 10% DE LOS SUELDOS	(363,817)	7.81%	+ 10% DE LOS SUELDOS	2,539,267	36.62%
- 10% DE LOS SUELDOS	(362,150)	7.83%	- 10% DE LOS SUELDOS	2,540,734	36.64%
+ 10% COSTO DE MATERIA PRIMA	(1,804,000)	-10.16%	+ 10% COSTO DE MATERIA PRIMA	1,775,576	29.61%
- 10% COSTO DE MATERIA PRIMA	723,423	19.75%	- 10% COSTO DE MATERIA PRIMA	3,315,902	43.60%

ESTUDIO DE SENSIBILIDAD RUTA 1  
VALOR PRESENTE NETO  
(AL 12%)



# ESTUDIO DE SENSIBILIDAD RUTA 1

## TASA INTERNA DE RECUPERACION

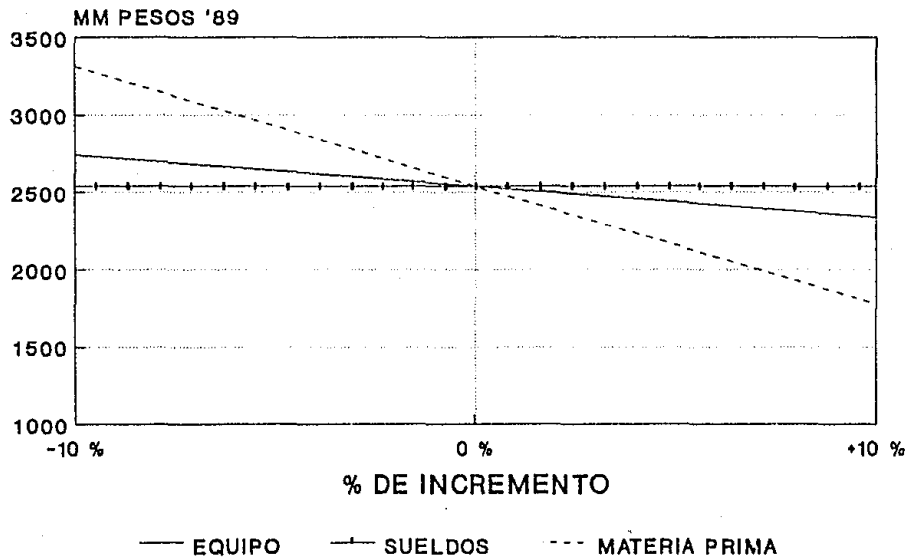


# ESTUDIO DE SENSIBILIDAD

RUTA 2

## VALOR PRESENTE NETO

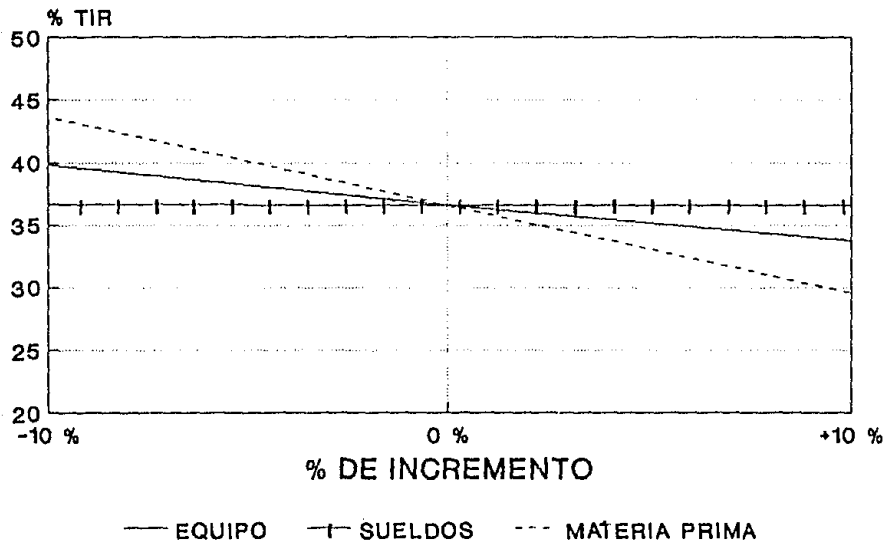
(AL 12%)



# ESTUDIO DE SENSIBILIDAD

RUTA 2

## TASA INTERNA DE RECUPERACION



9. CONCLUSIONES  
Y RECOMENDACIONES



**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

1. Actualmente el clorhidrato de procaina se utiliza principalmente en la elaboración de la Penicilina G Procaínica.
2. El clorhidrato de procaina se puede sintetizar partiendo del ácido p-aminobenzoico o del ácido p-nitrobenzoico (con posterior reducción).
3. Debido a que el precio del ácido p-aminobenzoico es considerablemente más elevado que el del ácido p-nitrobenzoico no es conveniente producir el clorhidrato de procaina a partir de él.
4. Al realizar un análisis de varias rutas sintéticas para el Clorhidrato de Procaina se seleccionaron las que se consideraron más factibles después de haberlas calificado de acuerdo con sus características, resultando que una de ellas es la utilizada actualmente en el país.
5. Se logró en forma satisfactoria la síntesis del Clorhidrato de Procaina a partir de dos rutas químicas:
  - Esterificación directa del ácido p-nitrobenzoico con dietilaminoetanol con posterior reducción.
  - Formación del cloruro del ácido p-nitrobenzoico y posteriormente formar el ester con el dietilaminoetal, y

finalmente reducir.

6. Además se obtuvieron las condiciones para llevar a cabo la síntesis mediante estas dos rutas.
7. El producto se obtuvo con una pureza aceptable (95% después de recristalizado) para ser comercializado.
8. Se realizó un estudio económico comparativo de estas dos rutas y se demostró que a pesar de que la ruta química 1 es utilizada actualmente en el país no resulta rentable. Se realizó un estudio a 10 años calculando la tasa interna de recuperación y el valor presente neto (en base a una tasa de recuperación mínima atractiva del 12%) los cuales resultaron ser de 7.82% y -362,984,000 pesos '89 respectivamente. Un valor presente neto negativo indica que no conviene llevar a cabo ese proyecto debido a que no va a dar el rendimiento que se espera del él.
9. La ruta química dos demostró en cambio que sí es rentable y bastante buena. Se obtuvo un valor presente neto de 2,540,000,000 pesos y una tasa interna de recuperación de 36.63%; ambos valores son bastante altos (si se considera que la tasa mínima aceptable es del 12% y la tasa interna de recuperación es de 36.63%).
10. El objetivo de este estudio es demostrar cuál de las dos

rutas es más rentable en la actualidad, y no demostrar si es posible penetrar en el mercado de la procaina o no.

11. El estudio de sensibilidad se realizó únicamente variando el costo de la materia prima, los sueldos y el costo del equipo ya que estas variables son las que se modificaron para poder correr la ruta 2. Del estudio se concluyó que para este proyecto la variable que más influye en los resultados es el costo de la materia prima utilizada. Las otras variables tienen muy poco peso en los resultados obtenidos.
12. La ruta 1 demostró ser más sensible a las variaciones de los costos.
13. Se recomienda que si el país quiere seguir siendo competitivo en el mercado del clorhidrato de procaina debe cambiar la ruta química que está empleando en la actualidad.

## 10. BIBLIOGRAFIA

REFERENCIAS:

1. Dreisbach, Robert H. "MANUAL DE TOXICOLOGIA CLINICA". Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V. México, 1984. Págs. 279, 284, 309.
2. Bowman, W.C. y Rand, M.J. "FARMACOLOGIA, BASES BIOQUIMICAS Y PATOLOGICAS. APLICACIONES CLINICAS". Editorial Interamericana. Segunda edición, México, 1984. Págs. 1619-1620, 3424-3425.
3. Goodman, L.S. y Gilman, A. "BASES FARMACOLOGICAS DE LA TERAPEUTICA". Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. Quinta Edición, México, 1978. Págs. 326-327, 918-920.
4. Dean, John A. "LANGE'S HANDBOOK OF CHEMISTRY". McGraw-Hill Book Company. Decimotercera edición, E.U.A. 1988. Págs. 7-302 - 7-303.
5. Sax, N. Irving, "DANGEROUS PROPERTIES OF INDUSTRIAL MATERIALS". Van Nostrand Reinhold Company. E.U.A. 1975. Pág. 1057.
6. Martindale, William, "THE PHARMACOPEIA OF THE U.S. OF A." Decimooctava revisión. U.S.P. XVI. E.U.A. 1981. Págs. 674-675.

7. Pharmaceutical Society of Great Britain, "PHARMACEUTICAL CODEX". Decimoprimerá Edición. Gran Bretaña, 1979. Págs. 359-361.
8. Ibrahim, El-Sabai A. et all. "SYNTHESIS OF NEW SEMISYNTHETIC PENICILLINS". Pharmazie, 1974. 29(9), Egipto. Págs. 81-82.
9. Bardolph, Marinus P. "PRODUCTION OF CRYSTALLINE PROCAINE PENICILLIN" U.S. Patent Office 2,739,962, Marzo 27, 1956.
10. Meade, Edwin M. "ESTERS OF TERTIARY AMINO ALCOHOLS" Brit. 588,032, Mayo 13, 1947.
11. Giuliano, R. y Steine, M.L. "USE OF TRIETHYLAMINE IN THE PREPARATION OF ESTERS OF DIETHYLAMINOETHYL". Il Pharmaco (Pavía), Ed. Sci. 11, 3-9 (1956).
12. Levy, Joseph y Walker, William, "ESTERIFICATION OF BENZOIC ACID WITH A TERT-AMINO ALCOHOL". U.S. Patent Office 3,660,411 (Cl. 260-293.81) Mayo 2, 1972.
13. Aronovich, I.M. et all. "PROCAINE". Russ 57,613, Julio 31, 1940.
14. Aronovich, I.M. et all. "PROCAINE". Russ 57,613, Julio 31, 1940.

15. Karamchand Premchand Ltd. "PROCAINE HIDROCHLORIDE". India 70,622. Feb 4, 1960.
  
16. Levy, Joseph y Walker, William, "CATALITIC REDUCTION OF ESTER OF A NITROBENZOIC ACID AND TERTIARY-AMINO ALCOHOL TO THE CORRESPONDING AMINE". U.S. Patent Office 3,728,376. Abril 17, 1973
  
17. Rosestein, Emilio. "DICCIONARIO DE ESPECIALIDADES FARMACEUTICAS" Ediciones P.L.M., S.A. de C.V. México, 1989. Págs. 153, 155, 308, 647.
  
18. Chemical Marketing Reporter "CHEMICAL BUYER 1989" 76th Annual Edition. O.P.D.

**BIBLIOGRAFIA:**

1. Baras, Edward M. "LOTUS 123, GUIA DEL USUARIO", McGraw-Hill / Interamericana de México, S.A. de C.V., 1988. Primera Edición. Págs. 331-350.
2. "BIBLIOTECA DE ADMINISTRACION ESTRATEGICA", Tomo II, McGraw-Hill, México, 1987. Págs. 11-3, 12-1, 14-1.
3. Brown, George G. "UNIT OPERATIONS". John Willey & Sons, Inc. Publishers, E.U.A. 1960. Septima edición. Págs. 269-275.
4. Chorvat, Ivan et all. "CRYSTALLINE PENICILLIN SALTS WITH PROLONGED EFFECT". Czech 150,028, Agosto 15, 1973.
5. Foust, A. S. "PRINCIPLES OF UNIT OPERATIONS" John Willey & Sons, Inc. Publishers. E.U.A. Págs. 65-67, 187-188, 320-345.
6. Hagitani, Akira et all. "PENICILLINS". Japan 70 07,722, Mayo 18, 1970.
7. Hall, Richard S. "ESTIMATING PROCESS EQUIPMENT COSTS". Chemical Engineering. Noviembre 1988. Págs. 66-75.
8. Kaye, Irving A. y Roberts, I.M. "DIALKILAMINOALKYL ESTERS



- OF 2-AMINO-6-CARBOXYBENZOTHAZOLE". Journal of American Chemical Society. Vol. 73 4762-4764 (1951).
9. Kern, Donald Q. "PROCESS HEAT TRANSFER". McGraw-Hill Book Company, Inc. E.U.A. 1950. Primera Edición. Págs. 313-374, 791-845.
10. Karl, Lukas et all. "BENZILPENICILLIN FOR INJECTIONS". Czech 170,949. Enero 15, 1978.
11. Morrison, R.T. y Boyd, R.N. "QUIMICA ORGANICA". Fondo Educativo Interamericano, S.A. E.U.A. 1976. Tercera edición. Págs. 598-635, 678-720.
12. Nippon Industrial Company, "2-DIETHYLAMINOETHYL P-AMINOBENZOATE HIDROCHLORIDE". Jappon 153,348. Octubre 28, 1942.
13. Oba, Hisamitsu. "SYNTHESIS OF AMINOBENZOIC ACIDS". J.P. 61 12,653. Enero 21, 1986.
14. Perry, Robert H. PERRY'S CHEMICAL ENGINEERS' HANDBOOK" McGraw-Hill Book Company. Japón, 1984. Sexta edición. Págs. 1-4 - 1-9, 3-95 -3-98, 11-54 - 11-59, 12-23 -12-35.
15. Reid, Robert; Prausnitz, John Y Sherwood, Thomas. "TEH PROPERTIES OF GASESAND LIQUIDS" Tercera Edición. E.U.A.

1977. Págs. 629-665.
16. Rudolph, Arthur et all. "DIALKYLAMINOALKYL P-AMINOBENZOATES" Ger. 1,135,492 Agosto 30, 1962.
  17. Samuelson, Paul A. "ECONOMIA" McGraw-Hill. México, 1983. Undécima Edición. Págs. 41-47, 58-63, 125-140.
  18. Shapiro, Harry. "ESTERS OF AMINOBENZOICM ÁCID: AMETHOCAINE AND PROCAINE". Journal Society of Chemical Industries. Vol 64, (1945) Págs. 177-178.
  19. Streiwieser, A. y Heathcock, C.H. "QUIMICA ORGANICA". Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V.. México, 1983. Primera Edición. Págs. 423-498.
  20. Turner, Michael. "FUNDAMENTALS OF PLANNING". Pharmaceutical Enginnering. Vol. 6, Num. 2, Abril 1986. Págs. 17-20.
  21. Veksler, M.A. y Mataveeva, N.F. "USE OF MATHEMATICAL-STATISTICAL METHODS FOR THE OPTIMIZATION OF PROCESSES FOR OBTAINING SUBSTANCES". Khim.-Farm. Zh. 1971, 5(3), Págs. 48-50.
  22. Wingrove, A. S. y Caret, R. L. "QUIMICA ORGANICA" Editorial Harla, S.A. México, 1984. Págs. 1016-1148.