

24. 27



**Universidad Nacional Autónoma  
de México**

---

---

**Facultad de Química**

**EVALUACION DE LA SINTESIS DE LA  
2,6 - XILIDINA.**

**T E S I S**

Que para obtener el Título de  
**INGENIERO QUIMICO**

p r e s e n t a

**VICTOR FIGUEROA RAMIREZ**

México, D. F.

1987



## **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.

Introducción.	1
1. Antecedentes.	3
2. Discusión y Resultados.	23
Ruta propuesta y modelo a probar.	26
Ensayos de nitración.	27
Ensayos de reducción.	29
3. Parte Experimental.	32
Reacciones de nitración.	32
Reacciones de reducción.	36
4. Evaluación Económica Preliminar.	43
Objetivo del proyecto.	43
Estudio de mercado.	44
Análisis de la demanda.	45
Evolución a futuro.	46
Análisis de los precios.	55
Análisis de la comercialización.	57
Disponibilidad de materias primas.	59
Estudio técnico.	63
Capacidad de la planta.	63
Localización de la planta.	64

Descripción del proceso.	64
Justificación de las instalaciones.	69
Balance de materiales.	71
Análisis de los costos.	78
5. Conclusiones.	81
Bibliografía.	82

## INTRODUCCION.

La historia indica que muchos de los productos existentes en el mercado mundial, inicialmente fueron elaborados transformando recursos naturales mediante reacciones químicas, con el fin de proporcionar bienes y servicios que satisficieran necesidades. Estas necesidades son las que de una forma u otra, establecen el grado de importancia a un proyecto, y éste debe de tener por ética la característica de contribuir al desarrollo socioeconómico del país.

Cuando se ha identificado una necesidad, se procede a formular, desde un punto de vista social, político y económico las posibles soluciones para la elección de la más viable. Esto debe hacerse, analizando todas las alternativas, considerando tiempo y riesgo, así como pronósticos de consumo, proyecciones en el futuro económico, precios, capacidades y una minuciosa evaluación de los recursos disponibles en el país, es posible efectuar la optimización de las mismas.

Cuando se identifica una solución optimizada se puede elaborar un diseño en donde se definan los pasos o secuencias necesarias para la evaluación del proyecto, donde se determinará:

- a) La creación de una nueva tecnología.  
(Desarrollo tecnológico).
- b) Modificación o la adaptación a un proceso existente.

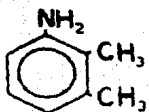
- c) Adaptación de un proceso comercial.
- d) Combinación de los anteriores.

La presente tesis, muestra los mecanismos a seguir en la evaluación química-experimental y económica en la síntesis de la "2,6-Xilidina" (2,6-dimetilanilina). Se pretende establecer un orden de los pasos a efectuar, para finalmente proponer soluciones a las necesidades establecidas. Elaborando un análisis de orden de magnitud, será posible evaluar las diferentes rutas sintéticas y determinar así su factibilidad.

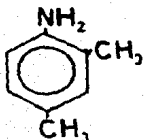
## 1. ANTECEDENTES.

El presente capítulo, presenta las rutas sintéticas informadas en la literatura para la obtención de la "2,6-Xilidina".

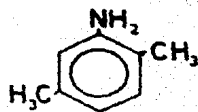
La Xilidina<sup>(1)</sup>, de fórmula general  $C_8H_{11}N$ , tiene seis isómeros que son: 2,3-, 2,4-, 2,5-, 3,4-, 3,5-, y 2,6-Xilidinas; todas excepto la 3,4-Xilidina son líquidas, ligeramente solubles en agua y solubles en alcohol.



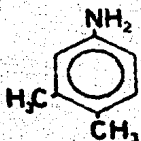
2,3-Xilidina



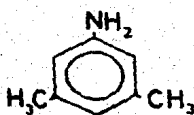
2,4-Xilidina



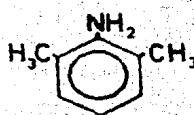
2,5-Xilidina



3,4-Xilidina



3,5-Xilidina



2,6-Xilidina

Las propiedades físicas de la 2,6-Xilidina son:

Peso molecular:	122.29 g/g-mol
Punto de fusión:	10-12°C.
Punto de ebullición:	214 °C. (a 760 mm de Hg).
Densidad:	0.969 g/cm <sup>3</sup>

Todas las Xilidinas son empleadas ampliamente en la Industria de los Colorantes, siendo las más utilizadas la 2,4-Xilidina y 2,5-Xilidina<sup>(2)</sup>. La "2,6-Xilidina", es un intermediario de gran importancia - en la síntesis de productos con actividad biológica<sup>(3)</sup>, para la producción de bactericidas<sup>(4,5)</sup>, Fungicidas<sup>(6)</sup> y Fármacos.

Las primeras investigaciones para la preparación de éste compuesto, fueron realizadas en los años 1930-1932. En 1930, La Imperial Chemical Industries, Ltd. y K. H. Saunders<sup>(7)</sup>, obtuvieron la "2,6-Xilidina" de la mezcla de los isómeros de las xilidinas obtenidas apartir de la Xilidina comercial, separándola apartir del aceite residual que quedaba después de remover la 3,5-Xilidina y la 2,5-Xilidina por la conversión de los correspondientes derivados nitrados a sus aminas.

En el mismo año, la misma Industria y L. J. Allchin<sup>(8)</sup>, informan que la "2,6-Xilidina", es obtenida de la mezcla de los isómeros de la Xilidina que quedaba después de la separación de la masa que contiene a la 2,5-Xilidina y 2,4-Xilidina apartir del producto crudo de reacción de los nitroxilenos por dilución en forma moderada de HCl concentrado y adicionando ZnCl<sub>2</sub> u otro cloruro del grupo II(b).



Los estudios en 1931<sup>(9)</sup> y en 1932 efectuados en la misma Compañía y en el mismo investigador, Leonard J. Allchin<sup>(10)</sup>, concluyen que después de la reducción de los nitroxilenos crudos por medio de un tratamiento con HCl y ZnCl<sub>2</sub> en solución en caliente, por medio de un tratamiento posterior de la sal de la "2,6-Xilidina" cristaliza y es separada, después es tratada con álcali para liberar la amina.

Un método más general de separación de los constituyentes de la mezcla comercial de las Xilidinas (ver fig. 1), fué introducido en el año de 1936 por Morgan y Hickinbotton<sup>(11)</sup>. El crudo de las Xilidinas fue mezclado con ácido acético, al cabo de 24 horas la 2,4-Xilidina fue removida en forma de su acetato; El filtrado fue posteriormente --

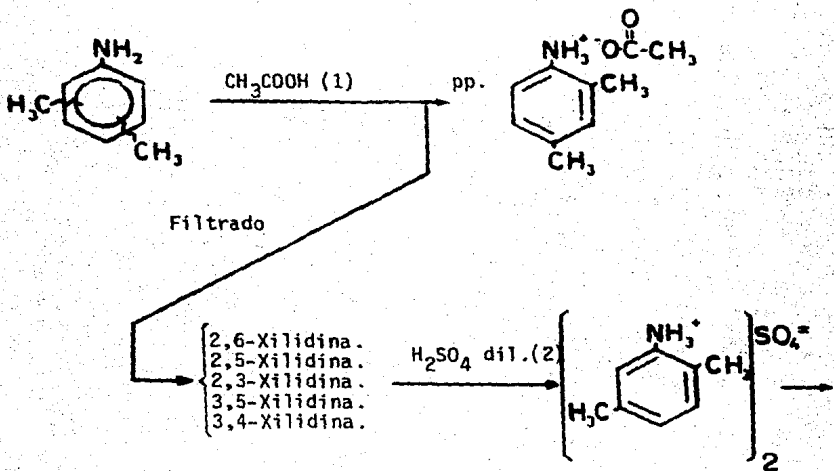
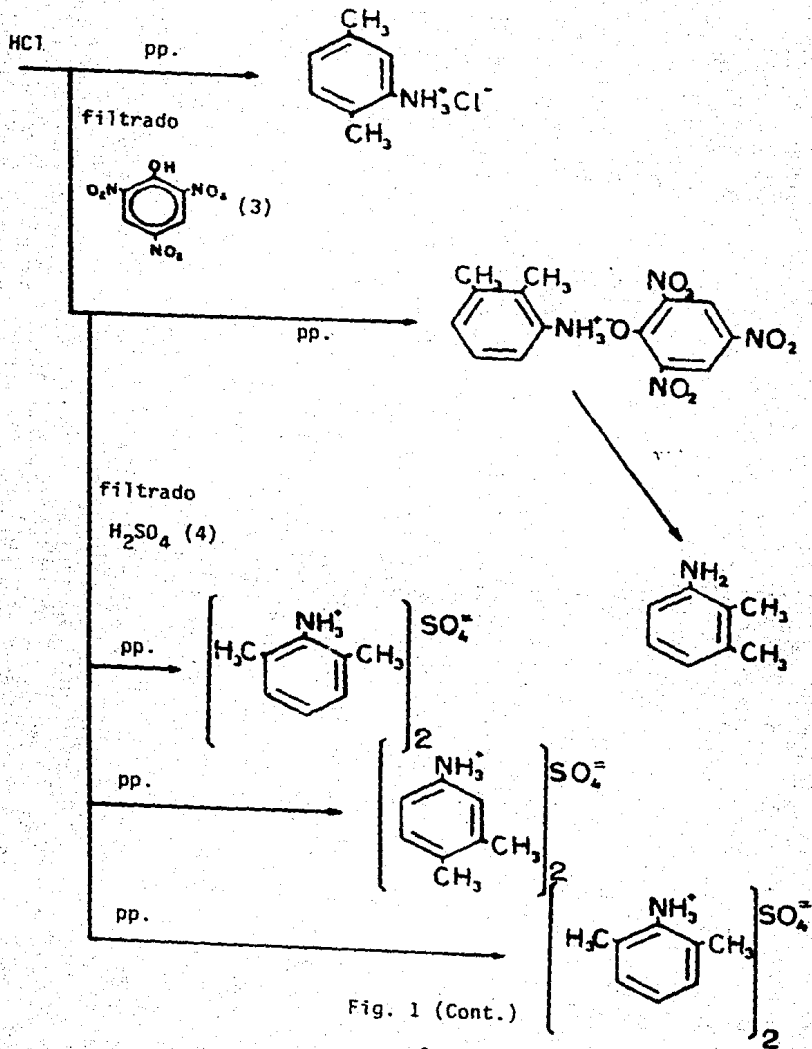


Fig.1



mezclado con ácido sulfúrico diluido. De ésta mezcla se separó la 2,5-Xilidina como el sulfato respectivo, la cual se pasa a la amina base y después se recrystaliza como su clorhidrato. Los filtrados, una vez separados, fueron mezclados con ácido pícrico y alcohol; Por enfriamiento el picrato de la 2,3-Xilidina es separado y después recrystalizado por tratamiento con  $\text{NH}_4\text{OH}$ , seguido de una cristalización de la base con éter de petróleo. Los filtrados fueron nuevamente convertidos a sulfatos y por cristalización fraccionada, se obtuvo el sulfato de la "2,6-Xilidina"

En el año de 1949, Birch, Dean y Fidler<sup>(12)</sup>, informan un método simple para la obtención de la "2,6-Xilidina", que es por la nitración directa del meta-xileno puro, seguido por la separación de los dos isómeros: 2-nitro-m-xileno y 4-nitro-m-xileno por medio de una destilación fraccionada, seguido inmediatamente a la reducción del nitrocompuesto. (Fig. 2).

Estos investigadores encontraron también, que es posible enriquecer la mezcla en uno de los isómeros por medio de una destilación de las aminas, utilizando una columna equivalente a 20 platos teóricos, operando a una presión de 10 mm de Hg., de la cual se obtienen 2 fracciones: una de bajo punto de ebullición y la otra de alto punto de ebullición, siendo la primera rica en "2,6-Xilidina" y la segunda rica en 2,4-Xilidina.

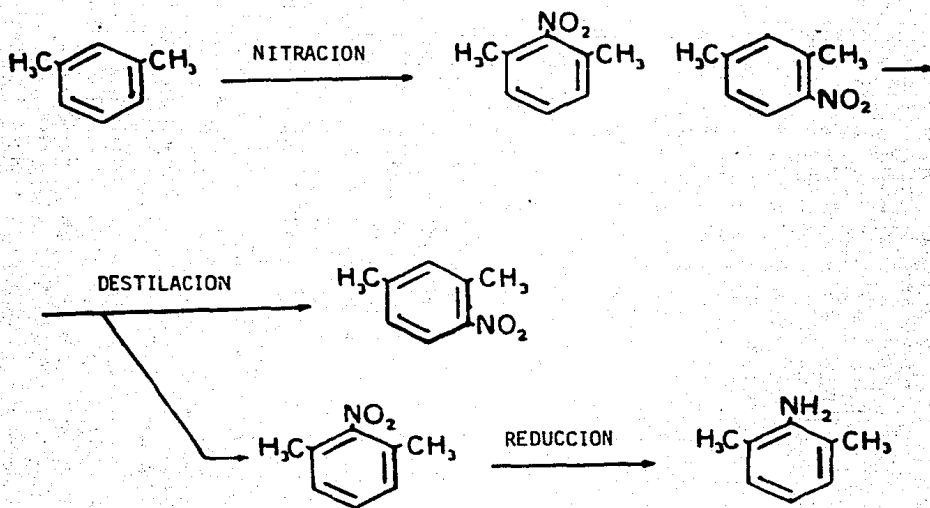


Fig. 2

Birch y Colaboradores<sup>(12)</sup>, informan también que utilizaron al Xileno en su forma comercial, como alternativa, empleando la mezcla de los tres isómeros: orto, meta y para-xileno, pero la separación de las aminas derivadas de éstos isómeros, resultó ser muy deficiente además de tediosa.

En éste último año, Anglo-Iranian Oil Co., Stanley F., Birch, Fidler y Dean<sup>(13)</sup>, patentan una mejora para la separación de las Xilidinas. Encontraron que es posible separar y recobrar con rendimientos -

aceptables productos valiosos, especialmente la "2,6-Xilidina" y 3,4-Xilidina apartir de la aguas madres y residuos de Xilidinas. En el proceso, los residuos de las Xilidinas son primeramente fraccionadas en una columna eficiente, conteniendo ésta, el equivalente de almenos 20 platos teóricos, operando a un reflujo no menor de 10:1 a presión reducida, que generalmente no excede los 50 mm de Hg. De la columna se obtienen dos fracciones: una de alto punto de ebullición, superior a 97°C a 10 mm de Hg. y la otra; de bajo punto de ebullición, por debajo de los 97°C. Apartir de la fracción de alto punto de ebullición, se separa la 3,4-Xilidina enfriando ésta fracción a 0°C., temperatura a la cual cristaliza ésta Xilidina; es separada por filtración y purificada por medio de una redestilación o cristalización para recobrar en forma pura la 3,4-Xilidina.

De acuerdo a éste proceso, apartir de las aguas madres, la cristalización del Clorhidrato de la 2,5-Xilidina puede ser efectuada y tratada posteriormente con álcali para regenerar las aminas. Las Xilidinas obtenidas de éste modo son fraccionadas en una columna eficiente, también de almenos 20 platos teóricos, operando a una razón de reflujo no menor de 15:1 y a una presión menor de 50 mm de Hg.. La fracción de alto punto de ebullición, superior a los 96°C. a 10.5 mm de Hg., - contenfa alrededor de 70-75% de la "2,6-Xilidina". El crudo de la "2,6-Xilidina" así obtenida, fue concentrada y purificada por los métodos - descritos a continuación:

1. Redestilación de la fracción conteniendo 70-75% de "2,6-Xilidina".
2. Por medio de la formación de un derivado orgánico, como lo es su formiato. (p. de fus. 164°C.)
3. Por la formación de una sal por la adición de un ácido mineral y purificación por recristalización.

Años más tarde, en 1958, J. Marcus, A. Bandeanu y Z. Teodorescu<sup>(14)</sup> encontraron que la síntesis de la "2,6-Xilidina" es mejor por el método descrito a continuación: Prepararon el 2,4,6-trinitro-m-xileno por la trinitración del m-xileno, el cual es reducido selectivamente con  $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{NH}_4\text{OH}$  al 2-nitro-4,6-diamino-m-xileno, éste compuesto es transformado a la sal doble de diazonio por tratamiento con  $\text{NaNO}_2/\text{H}^+$  y el grupo  $-\text{N}_2^+ \text{X}^-$  es sustituido por hidrógeno por adición de  $\text{H}_3\text{PO}_2$  de donde es producido el 2-nitro-m-xileno, que se reduce a la amina utilizando como agente reductor  $\text{Zn}/\text{HCl}$ , obteniendo finalmente la "2,6-Xilidina", separándola en su forma de acetato (p. de fus. 176.5°C.). En éste método se reporta un rendimiento del 34-43% basado en el 2,4,6-trinitro-m-xileno. (el método está representado en la fig. 3).

En 1960, S. V. Zharavlev y E. V. Nikolaev<sup>(15)</sup>, proponen una nueva ruta sintética para la obtención de la "2,6-Xilidina" partiendo del ácido nitromesitilénico, el cual disuelto en quinoleína, con una

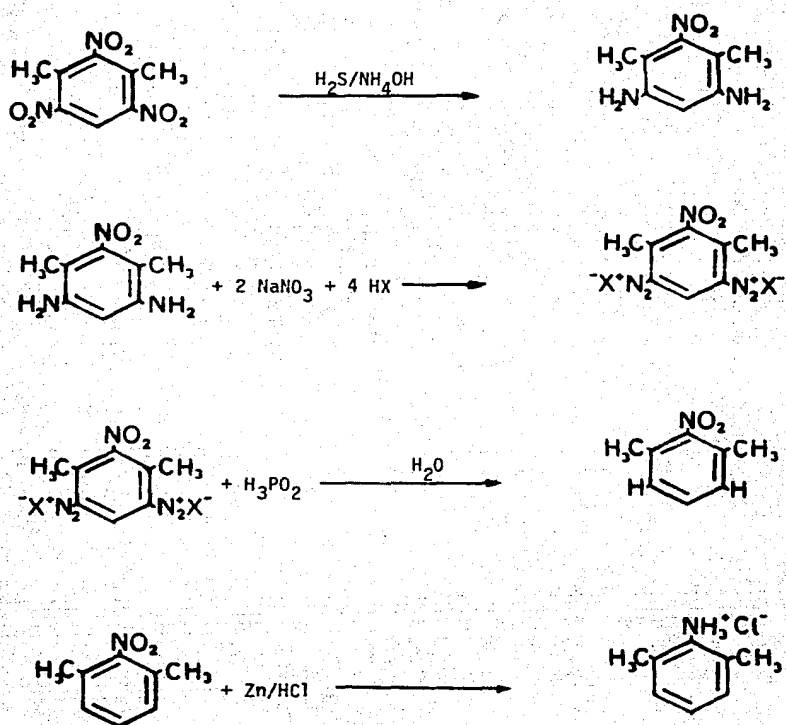


Fig. 3

mezcla de Cu-Cr y Cu en polvo como catalizador, descarboxilando el citado ácido, obteniéndose así el 2-nitro-m-xileno, que se reduce por los métodos ya conocidos a la amina correspondiente. (Fig. 4)

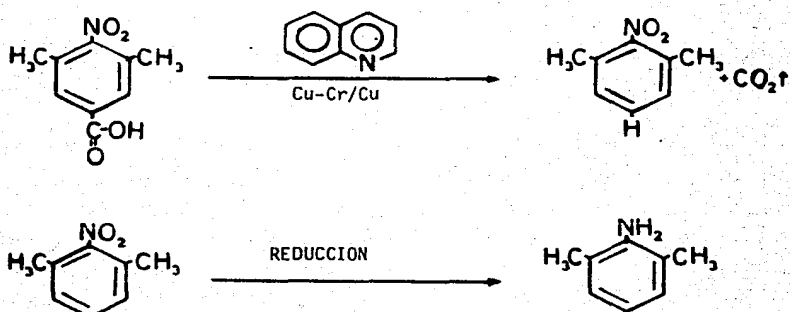


Fig.4

Para el siguiente año, 1961, los mismos investigadores<sup>(16)</sup>, describen con más detalle éste método de obtención: Partiendo de nitromesitileno, forman el ácido 3,5-dimetil-nitrobenzoico con trióxido de cromo ( $\text{CrO}_3$ ) en ácido acético, reportando un rendimiento del 43% (punto de fusión:  $215^\circ\text{C}$ .). Al descarboxilar éste ácido por calentamiento en quinolina a  $210^\circ\text{C}$ . en presencia de un catalizador de Cu-Cr y Cu en polvo, se obtiene el 2-nitro-m-xileno con un rendimiento del 54.4%. Este compuesto es reducido a la amina correspondiente con fierro y ácido acético con un rendimiento del 88%. (Fig. 5).

Nueve años después, en 1970, Calvin J. Worrel<sup>(17)</sup>, obtuvo la "2,6-Xilidina" tratando el óxido de aril-aluminio con amoníaco entre una temperatura de  $200-500^\circ\text{C}$ . en una atmósfera de nitrógeno. El óxido de aril-



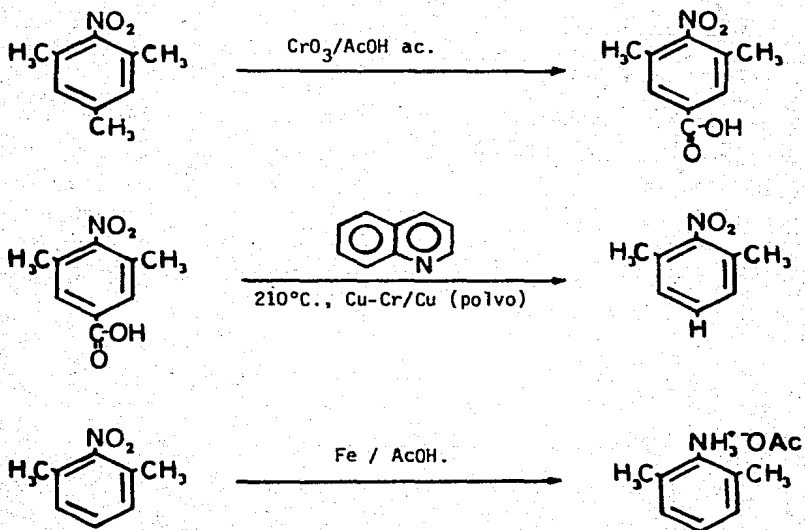


Fig. 5

aluminio lo preparó calentando el 2,6-dimetil-fenol y aluminio en hojue las en una atmósfera de nitrógeno en una autoclave a 245°C. Después en frió ésta mezcla de reacción a 50°C. por medio de una ventilación con hidrógeno, e introdujo posteriormente amoniaco volviendo a calentar el autoclave, esta vez hasta una temperatura de 350°C. y una presión de -- 170 atm., para obtener 80.8% de rendimiento de "2,6-Xilidina".(Fig. 6).

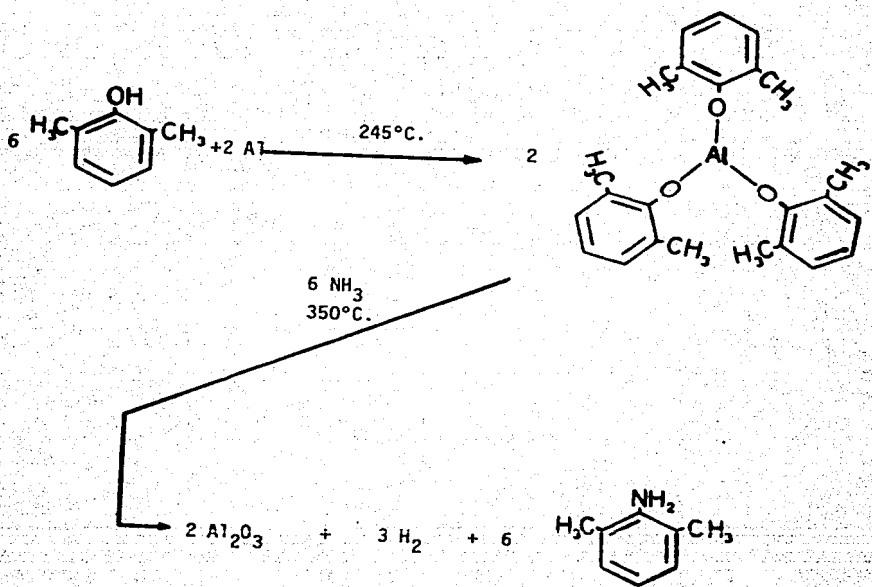


Fig. 6

En 1972, Charles Jhon Wollensak<sup>(18)</sup>, preparó la "2,6-Xilidina" --- a partir del correspondiente fenol (2,6-dimetil-fenol) con  $\text{NH}_4\text{OH}$  (3-25 - horas; y una temperatura de 250-325°C.), utilizando como catalizador Pd o Pt; informando un rendimiento del 99%. (Fig. 7).

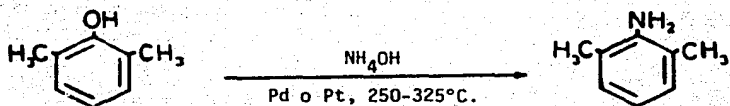


Fig. 7

Un método más general para la conversión de fenolas a aminas, fue descrito por Roberto A. Rossi<sup>(19)</sup>, en donde los fenoles son convertidos a sus correspondientes dietil-fosfatos, los cuales al ser tratados con  $\text{KNH}_2$  en amoníaco líquido se obtienen las anilinas con buenos rendimientos.

Operacionalmente el método involucra dos etapas:

- I. El fenol es convertido al correspondiente ester del dietil-fosfato con  $\text{NaOH}$  y  $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2\text{POCl}$



- II. El dietil-fosfato reacciona con la  $\text{KNH}_2$  en el amoníaco líquido, formando así la anilina.



La "2,6-Xilidina" fue preparada de la siguiente forma: La  $\text{KNH}_2$  fue formada en amoníaco líquido por una reacción catalizada con fierro, utilizando potasio metálico y amoníaco líquido. La solución fue agitada a una temperatura de  $-78^\circ\text{C}$ , donde se adiciona el potasio metálico y el 2,6-dimetil-fenil-dietilfosfato. La mezcla se acidifica por adición de un exceso de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; se adiciona eter etílico y el amoníaco es retirado de la reacción por evaporación. La fase etérea fue lavada con agua y con una solución acuosa de ácido sulfúrico al 20%. El extracto ácido -- fue basificado nuevamente y extraído con eter. Esta fracción fue secada y evaporada, obteniéndose un 78% de rendimiento de la "2,6-Xilidina". (Fig.8).

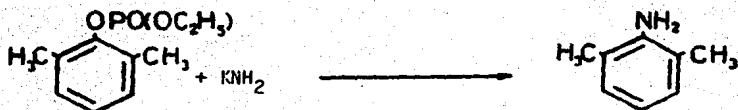
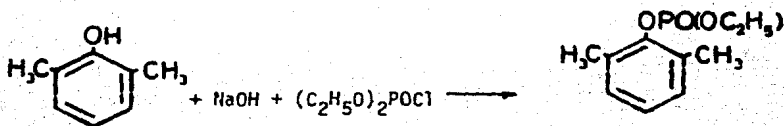
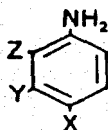


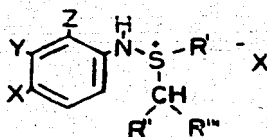
Fig. 8.

Paul G. Gassman y Gordon D. Gruetzmacher<sup>(20)</sup> elaboraron en 1974 un procedimiento para la orto-alquilación de aminas aromáticas. Una de sus investigaciones fue la orto-alquilación de compuestos de la siguiente fórmula estructural:

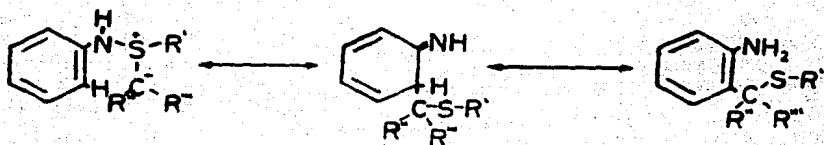


(I)

que es convertida a la siguiente sal:



para que después, por medio de un arreglo intramolecular de la correspondiente anilina derivada, con exclusivamente la sustitución de la posición orto con respecto al grupo  $-NH_2$  (amino). A continuación se muestra el arreglo intramolecular por pasos.



Para las anilinas del tipo (I), la secuencia para ésta síntesis es la siguiente: (Fig. 9)

1. Adición de dimetilsulfóxido.
2. Adición de metóxido de sodio.
3. Reducción con Ra-Ni.

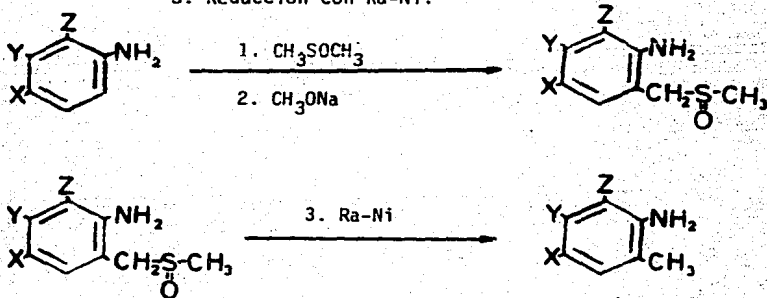


Fig.9

La "2,6-Xilidina" fue sintetizada a partir del 6-metil-2-tiometoxi-metil-anilina con un rendimiento del 66%. (Fig. 10)

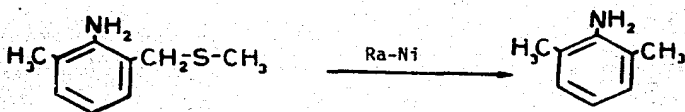


Fig. 10

Jhon C. Wollensac, en el año de 1976<sup>(21)</sup>, propone la producción de varias Xilidinas a partir del respectivo fenol, los cuales preparó con altos rendimientos por medio de una aminación a una temperatura entre 200-400°C. en presencia de ciclohexanona y agua en contacto con un catalizador que ayude a la transferencia de hidrógeno.

Para éstos años, la producción de Xilidinas se mantuvo tomando como materia prima el correspondiente fenol, en el mismo año, Calvin J. Worrel<sup>(22)</sup> prepara la "2,6-Xilidina", haciendo reaccionar el correspondiente fenol (2,6-Dimetilfenol) con nitruro de aluminio y amoníaco por un tiempo de 8 horas a una temperatura de 350°C. en una autoclave, reportando un rendimiento del 77.4%.

Estudios similares fueron hechos posteriormente en 1978 por Enamoto, Saburo, Kamiyama y colaboradores<sup>(23)</sup>, en donde efectúan una amonólisis de fenoles en fase líquida con NH<sub>4</sub>OH en presencia de NH<sub>4</sub>Cl y CoCl<sub>2</sub> a 230-330°C. por un tiempo de reacción de 3-5 horas para obtener las -

correspondientes Xilidinas.

Hanspeter Fischer en 1980<sup>(24,25)</sup> sintetizó la "2,6-Xilidina" por la aminación de una ciclohexenona, seguida por una deshidrogenación en presencia de un catalizador de Pd-C. La síntesis de la "2,6-Xilidina" consiste en los siguientes pasos: La morfolina se hace reaccionar con dietilcetona para la formación de la enamina, que es tratada con acroleína a 0°C., procediendo a una acidificación para obtener la ciclohexenona correspondiente. Se procede después a la deshidrogenación y aminación con NH<sub>3</sub> en presencia del catalizador Pd-C a una temperatura entre 280-290°C. a una presión de 19.74 atm., obteniéndose un rendimiento del 63% de la "2,6-Xilidina". (Fig. 11)

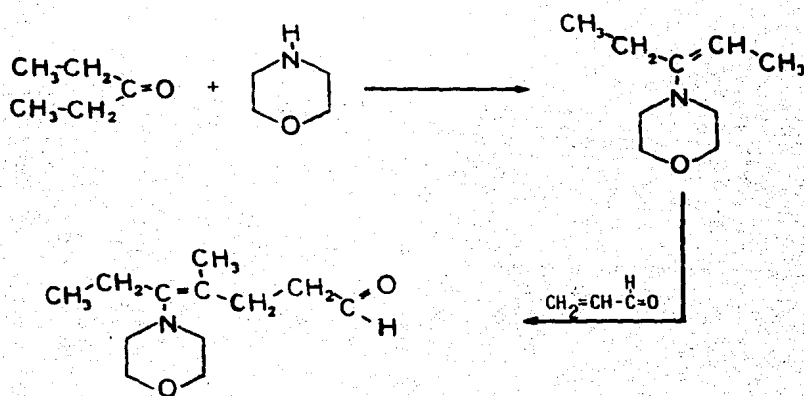
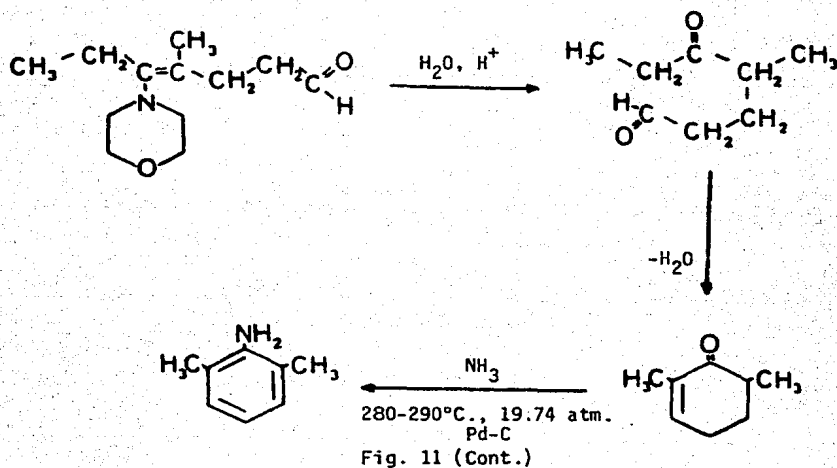


Fig. 11





En 1981, Kju Hi Shin y Jhon Charles Wollensak<sup>(26)</sup>, obtuvieron la "2,6-Xilidina" a partir de la 2,6-dimetilciclohexilamina; esto es, por medio de una deshidrogenación catalizada con Pd-C en una autoclave a 250°C. por un tiempo de 2 horas obtuvieron la "2,6-Xilidina". No se reporta el rendimiento de ésta reacción. (Fig. 12)

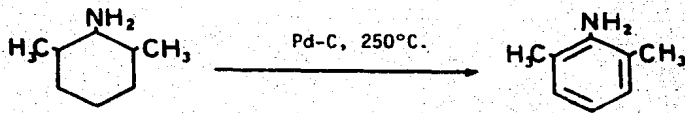


Fig. 12

Una técnica similar, fue empleada por Norbert Goets, Leopold Hupfer y colaboradores en 1982<sup>(27)</sup>, con la diferencia que parten del 2,6-dimetilciclohexanol, que con amoníaco y en presencia de un catalizador deshidrogenan éste alcohol, obteniendo así la "2,6-Xilidina". Efectuaron 2 experimentos para la obtención de éste producto: En el primero pasaron el 2,6-dimetilciclohexanol y el amoníaco sobre un catalizador que contenía Pd, Zn y Cd sobre  $Al_2O_3$  a 220°C. y 1 atm. de presión, dando un 96.1% de conversión a la amina.

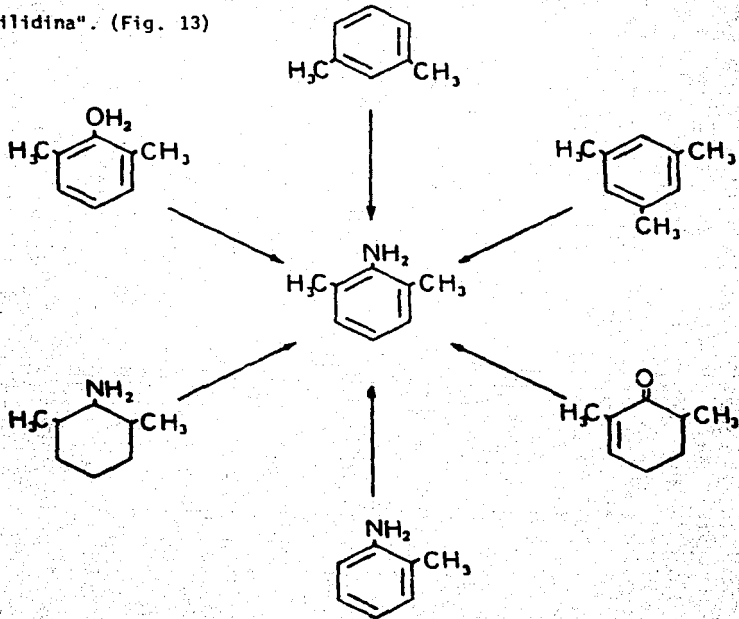
En el segundo experimento, el catalizador solo contenía Pd sobre la alúmina, obteniéndose una mezcla con un 76% de "2,6-Xilidina" y el resto de 2,6-dimetilciclohexanol.

En ese mismo año, los mismos investigadores<sup>(28)</sup>, efectuaron la misma síntesis pero con diferentes condiciones de reacción: Esta vez partieron del 2,6-dimetilfenol. Para esto, partieron de una mezcla gaseosa de 2,6-dimetilfenol,  $NH_3$  y  $H_2$ ; la cual fue pasada a través de un catalizador que contenía Pd, MgO en  $Al_2O_3$ , Obteniendo un 78% de "2,6-Xilidina" y 22% de 2,6-dimetilciclohexilamina, que fue recirculada para obtener una conversión total del 94% para la "2,6-Xilidina".

La última síntesis informada es en 1983, en que la "2,6-Xilidina" fue preparada por amonólisis del correspondiente fenol (2,6-dimetilfenol), para esto, Helmut Le Blanc y Karlfried W.<sup>(29)</sup>, pasaron el fenol sobre  $Al_2O_3$  en presencia de amoníaco a una temperatura de 400°C. y --- 185 atm. de presión, obteniendo una mezcla final de reacción de 93.2% de "2,6-Xilidina".

## 2. DISCUSION Y RESULTADOS.

Las rutas sintéticas para la obtención de la "2,6-Xilidina" descritas en los antecedentes, revelan que existen varias alternativas para su elaboración. Se encontró que en éstos métodos de obtención, partían básicamente de 6 materias primas base, que dependiendo de las reacciones químicas a las que fueron sometidas, se logró sintetizar la "2,6-Xilidina". (Fig. 13)



Una de las materias primas base para la producción de ésta amina, es el m-Xileno. Petróleos Mexicanos, produce Xileno en forma de una -- mezcla de sus isómeros orto-, meta- y para-Xileno. El análisis cromatográfico revela que ésta mezcla contiene un 64.43% del isómero meta. Petróleos Mexicanos isomeriza esta mezcla, con el objeto de aumentar - el contenido de para-Xileno, que es utilizado ampliamente para la producción de ácido tereftálico, usado ampliamente por la Industria Textil en la manufactura de Poliéster. El m-Xileno puede ser entonces una mate ria prima disponible en el País en su mercado nacional.

La ruta para la cual el mesitileno es la materia prima, presenta - el inconveniente de que éste compuesto no es producido en México y solo puede ser adquirido por importación; además, la quinoleína, la cual es utilizada en ésta ruta sintética, genera un alto costo de producción ya que tiene un alto precio en el mercado.

La amonólisis del 2,6-dimetilfenol, es un método en el cual se reportan buenos rendimientos, pero en ésta ruta sintética son empleados - catalizadores costosos, como lo son el platino y el paladio; además, -- son empleados compuestos comercialmente poco usuales, que por lo mismo también representan altos costos, temperaturas entre 200-400°C. y presiones de 150-190 atm. lo que el costo de producción sería sumamente elevado por el equipo especial que se necesita para lograr tales condi-- ciones de operación. Por otro lado, una de las materias primas para la síntesis del 2,6-dimetilfenol es el fenol, el cual es producido en Méxi

co, pero a la síntesis del 2,6-dimetilfenol tomando como materia prima al fenol tendría que ser evaluada a fondo.

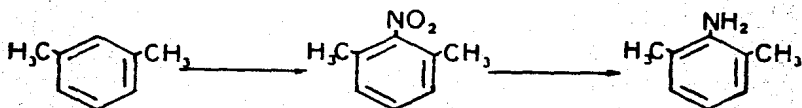
La aminación de la ciclohexenona para la preparación de la "2,6-Xilidina", requiere de varios pasos de reacción, lo que involucra varias operaciones unitarias; uso de Pd-C como catalizador, temperaturas de -- 280-290°C. y tener una presión de 19 atm. lo que representa un problema similar al de la amonólisis del 2,6-dimetilfenol.

La obtención de "2,6-Xilidina" a partir de la 2-metilnilina, representa un interesante método de síntesis, ya que la obtención o preparación de ésta materia prima no representa un problema grave, pero las -- condiciones de reacción para la preparación de la amina en cuestión a -- partir de ésta, requiere equipo especial. (véase ref. 20).

El equipo y catalizador empleado para la deshidrogenación catalizada de la 2,6-ciclohexilamina es muy especial, además de costoso, siendo éste poco empleado en la industria por razones de capacidad y mantenimiento.

#### RUTA PROPUESTA Y MODELO A PROBAR.

En base a los antecedentes y disponibilidad de materias primas, -- así como de operaciones unitarias involucradas y características de equipo, la ruta sintética a probar para la obtención de la "2,6-Xilidina" es donde se parte utilizando como materia prima el m-Xileno, en base a la siguiente secuencia de reacciones:



El estudio retrosintético para la preparación de éste compuesto -- a partir del m-Xileno, muestra en base a los antecedentes, que la formación del derivado nitrado es efectuada por nitración directa del m-Xileno. El grupo  $-NO_2$  es introducido al anillo aromático normalmente por la acción del ácido nítrico, ya sea solo o mezclado con algún otro grupo ácido que se combine perfectamente con el agua en el sistema reaccionante, para actuar como agente deshidratante.

Una vez obtenido y purificado el derivado nitrado de interés (2-nitro-m-xileno), se obtendrá la amina correspondiente por la reducción de éste derivado por medio de dos procedimientos:

- a) Hidrogenación Catalítica.
- b) Reacción Química, que se efectúa con un metal y un ácido (HCl, ác. acético, etc.)

#### ENSAYOS DE NITRACION.

La preparación de 2-nitro-m-xileno, se llevó a cabo ensayando varias modificaciones; los estudios se enfocaron primordialmente a la evaluación de la mezcla nitrante utilizada para la nitración del m-Xileno, así como la influencia de la temperatura, evaluando los rendimientos obtenidos en cada prueba.

La tabla No. 1 muestra las pruebas y los resultados de los ensayos de la nitración, tanto los tiempos de reacción y rendimientos obtenidos de los dos isómeros, así como el porcentaje de conversión de la reacción de nitración.

En base a los resultados de la tabla No. 1, podemos observar que el empleo de la mezcla sulfonítrica a una temperatura de 40°C., es en la que se obtiene un mayor rendimiento del isómero deseado (2-nitro-m-xileno).

La separación de éstos isómeros, se realizó por medio de una destilación fraccionada a presión reducida, utilizando para esto una columna "Vigreux" de 50 cm. de longitud, equivalente a 5 platos teóricos; donde se logró obtener por medio de tres rectificaciones, con la ayuda de

Medio Nitrante	Temp.°C.	Rel.	Ø: Hr.	% de Conv.	2-nitro-m-xileno	4-nitro-m-xileno
1. HNO <sub>3</sub> al 65%.	0-5	1:3	7	96.51	13.99	81.62
2. HNO <sub>3</sub> al 65%.	22	1:3	7	96.84	14.04	82.82
3. HNO <sub>3</sub> al 65%.	60	1:3	7	97.54	14.24	83.30
4. HNO <sub>3</sub> Fumante.	0	1:3	4	99.37	4.40	94.97
5. HNO <sub>3</sub> Fumante.	22	1:3	4	99.67	2.45	97.22
6. HNO <sub>3</sub> Fumante.	50	1:3	4	99.42	0.08	99.34
7. HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (70:30)	0-5	1:3	5	98.56	14.75	83.83
8. HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (70:30)	25	1:3	5	99.40	14.82	84.58
9. HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (70:30)	40	1:3	5	99.53	15.90	83.62
10. HNO <sub>3</sub> / Anh. Acético.	22	1:3	5	99.77	12.78	86.97
11. HNO <sub>3</sub> / Ac. Acético.	35	1:3	5	95.04	12.51	82.52

TABLA No. 1.



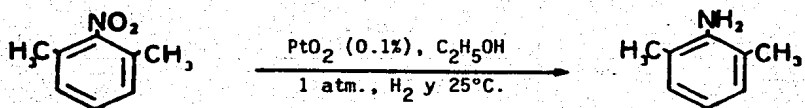
la misma columna y condiciones de operación, el 2-nitro-m-xileno con -- una pureza del 90.27% (CG), partiendo de una mezcla que contenía 15.90% de 2-nitro-m-xileno y 84.1% de 4-nitro-m-xileno. Una cuarta rectificac-- ción dió una pureza del producto del 96.01%.

#### ENSAYOS DE REDUCCION.

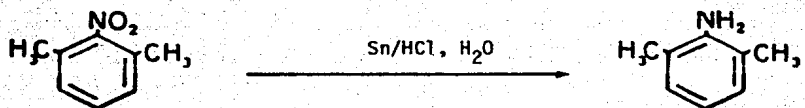
El 2-nitro-m-xileno, fue transformado a la correspondiente amina - por medio de las reacciones que se muestran en la página siguiente en 4 la Fig. 14.

En la reacción de reducción, donde se utilizó el catalizador de -  $PtO_2$  (Hidrogenación Catalítica), la amina fue purificada por medio de - una filtración con el fin de separarla del catalizador y una evaporación para separarla del disolvente (alcohol etílico), lo cual demuestra la - gran simplicidad de éste método de reducción. La reducción fue hecha -- partiendo de una mezcla que contenía un 90,27% de 2-nitro-m-xileno, y - el producto de reacción contenía 81.24% de "2,6-Xilidina" y 8.76% de -- 2,4-Xilidina.

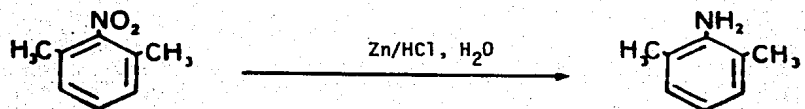
En las otras reacciones, donde la reducción es efectuada con un metal y un ácido, la amina que se obtiene se encuentra en forma de sal, - que es transformada a la amina libre basificando la mezcla de reacción, efectuándose después una destilación a presión reducida para su purifi-



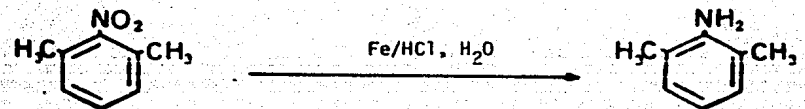
Rend: 90.12%



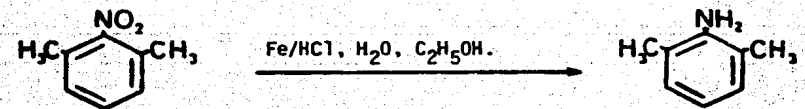
Rend: 83.10%



Rend: 84.30%



Rend: 81.70%



Rend: 82.2%

Fig. 14

cación. La tabla No. 2 muestra los resultados obtenidos en las reducciones efectuadas.

Al liberar la amina por basificación de la mezcla de reacción, el hidróxido del metal empleado para la reducción precipita con una consistencia lodosa, lo que dificulta la recuperación cuantitativa de la amina del seno de reacción al separarlo por filtración.

Los experimentos 2 a 5 de la tabla No. 2, tienen el inconveniente de la formación de "lodos" al regenerar la amina por basificación y también el manejo del HCl gaseoso que se desprende durante el curso de la reacción.

Tabla No. 2

CONDICIONES DE REACCION	"2,6-Xilidina" (Rend. %)	"2,4-Xilidina" (Ren. %)
1. PtO <sub>2</sub> (0.1%), H <sub>2</sub> , EtOH, 1 atm., 25°C.	81.24	8.76
2. Sn/HCl, H <sub>2</sub> O Reflujo.	76.10	8.23
3. Zn/HCl, H <sub>2</sub> O Reflujo.	75.01	8.11
4. Fe/HCl, H <sub>2</sub> O Reflujo.	73.75	7.97
5. Fe/HCl, H <sub>2</sub> O, EtOH.(R).	74.20	8.02

### 3. PARTE EXPERIMENTAL.

En la identificación de los productos por cromatografía de gases, se utilizó una columna SE-30 de 6' y 1/8" (temperatura de inyección y del detector: 300°C., temperatura de la columna: 200°C.).<sup>(30)</sup>

Para los espectros de infrarrojo (IR), las frecuencias se dan en  $\text{cm}^{-1}$ . Los desplazamientos en los espectros de resonancia magnética nuclear (RMN) están dados en partes por millón.

#### REACCIONES DE NITRACION.

a) Nitración de m-xileno con  $\text{HNO}_3$  (65%), rel 1:3.

##### Experimento 1.

En un matríz de bola de 2 bocas de 100 ml., provisto de un embudo de adición y un refrigerante en posición de reflujo, se colocan 30 ml. (29.04 g.) de m-xileno. El matríz es colocado en un baño de hielo-agua para lograr una temperatura de entre 0-5°C.. Se agita vigorosamente -- con la ayuda de un agitador magnético hasta que el m-xileno alcanza -- esta temperatura; inmediatamente después, se agregan gota a gota 37 ml. de ácido nítrico concentrado con la ayuda del embudo de adición, continuando con agitación vigorosa. Cuando todo el ácido es adicionado, la mezcla es agitada durante 7 horas más, cuidando que la temperatura se mantenga entre 0-5°C. Al final de éste tiempo, la mezcla de reacción -- es transferida a un embudo de separación, donde es separada la fase a-

cuosa (fase ácida) de la orgánica (nitroxilenos). La fase orgánica es - lavada con tres porciones de 30 ml. de agua destilada con el objeto de eliminar el exceso de ácido y después es lavada con 2 porciones de una solución de bicarbonato de sodio al 10%. La fase orgánica es secada -- con sulfato de sodio anhidro y fue destilada a presión reducida (7 mm - de Hg., temp. 93°C.), obteniéndose 4.39% de m-xileno sin reaccionar, - 13.99% de 2-nitro-m-xileno y 81.62% de 4-nitro-m-xileno.

En el fondo del matráz utilizado para la destilación, queda un -- residuo de apariencia chiclosa de un color café-rojizo.

Para los experimentos 2-11, solo se indican las modificaciones - efectuadas y los resultados obtenidos.

#### Experimento 2.

$\text{HNO}_3$  al 65%, rel. 1:3, Temperatura de reacción: 22°C.  
y tiempo de reacción: 7 horas.

Se obtuvo 3.16% de m-xileno sin reaccionar, 14.02%  
de 2-nitro-m-xileno y 82.82% de 4-nitro-m-xileno.

#### Experimento 3.

$\text{HNO}_3$  al 65%, rel. 1:3, temperatura de reacción: 60°C.  
y tiempo de reacción: 7 horas.

Se obtuvo 2.46% de m-xileno sin reaccionar, 14.24%  
de 2-nitro-m-xileno y 83.30% de 4-nitro-m-xileno.

**Experimento 4.**

$\text{HNO}_3$  fumante, rel. 1:3, temperatura de reacción:  $0^\circ\text{C}$ .  
y tiempo de reacción: 4 horas.

Se obtuvo 4.40% de 2-nitro-m-xileno y 94.97% de 4-nitro-m-xileno.

**Experimento 5.**

$\text{HNO}_3$  fumante, rel. 1:3, temperatura de reacción:  $22^\circ\text{C}$ .  
y tiempo de reacción: 4 horas.

Se obtuvo 2.45% de 2-nitro-m-xileno y 97.22% de 4-nitro-m-xileno.

**Experimento 6.**

$\text{HNO}_3$  fumante, rel. 1:3, temperatura de reacción:  $50^\circ\text{C}$ .  
y tiempo de reacción: 4 horas.

Se obtuvo 0.08% de 2-nitro-m-xileno y 99.34% de 4-nitro-m-xileno.

**Experimento 7.**

$\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$  (70:30), rel. 1:3, temperatura de reacción:  
 $0-5^\circ\text{C}$ . y tiempo de reacción: 5 horas.

Se obtuvo 14.75% de 2-nitro-m-xileno y 83.83% de 4-nitro-m-xileno.

**Experimento 8.**

$\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$  (70:30), rel. 1:3, temperatura de reacción: 25°C. y tiempo de reacción: 5 horas.

Se obtuvo 14.82% de 2-nitro-m-xileno y 84.58% de 4-nitro-m-xileno.

**Experimento 9.**

$\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$  (70:30), rel. 1:3, temperatura de reacción: 40°C. y tiempo de reacción: 5 horas.

Se obtuvo 15.09% de 2-nitro-m-xileno y 83.62% de 4-nitro-m-xileno.

**Experimento 10.**

$\text{HNO}_3/\text{Anh. Acético}$ , rel. 1:3, El anhídrido acético fue usado en un volumen igual al del m-xileno. Temperatura de reacción: 22°C. y tiempo de reacción: 5 horas.

Se obtuvo 12.78% de 2-nitro-m-xileno y 86.97% de 4-nitro-m-xileno.

**Experimento 11.**

$\text{HNO}_3/\text{Acido acético}$ , en las mismas condiciones que en el experimento 10. Temperatura de reacción: 30-35°C. - y tiempo de reacción: 5 horas.

Se obtuvo 12.51% de 2-nitro-m-xileno y 82.52% de 4-nitro-m-xileno.

#### REACCIONES DE REDUCCION.

##### a) Hidrogenación Catalítica.

##### Experimento 1.

En un aparato de hidrogenación para bajas presiones (Fig. 15), se colocan 20 g. de 2-nitro-m-xileno (0.118 moles), 15 ml. de etanol y 0.2 g. de  $PtO_2$  en polvo; se cierra el sistema y se introduce hidrógeno hasta que la presión dentro del sistema sea de una atmósfera. La temperatura de reacción es de 25°C.; una vez alcanzada ésta presión y con agitación vigorosa se pone a reaccionar por un período de 3 horas. El hidrógeno es descargado del cilindro y la bomba es abierta. La mezcla de reacción es transferida a un matríz.

El catalizador ( $PtO_2$ ) es separado de la mezcla de reacción por -- filtración. El etanol empleado como disolvente, es separado por evaporación con ayuda de un evaporador rotatorio. La amina resultante obtenida de éste modo fue en forma pura, obteniéndose 14.5 g. que representa un rendimiento aproximado del 90%. (líquido ligeramente amarillo, - punto de ebullición 85°C. a 7 mm de Hg.).



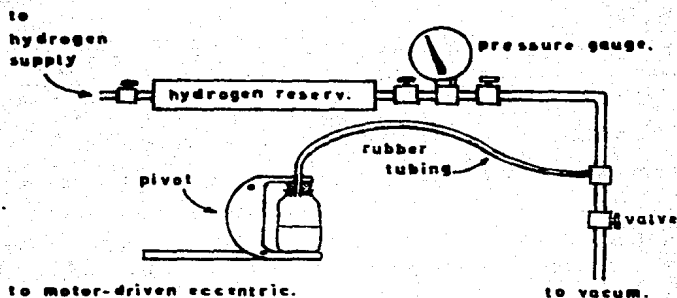


Fig. 15

b) Reducción mediante un metal y un ácido.

#### Experimento 2.

Reducción con  $\text{Sn}/\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , reflujo.

En un matríz redondo de 3 bocas de 250 ml., provisto de un condensador en posición de reflujo, un agitador macánico y un embudo de adición, se colocan 25.5 g. de 2-nitro-m-xileno, 20 ml. de agua destilada y 33 g. de estaño metálico en polvo; la mezcla es calentada a  $50^\circ\text{C}$ . agitando vigorosamente. Con la ayuda del embudo de adición, se añaden gota a gota 70 ml. de ácido clorhídrico concentrado. Cuando todo el ácido ha sido adicionado, la reacción es puesta a reflujo por un intervalo de 2 y media horas; al cabo de éste tiempo, el matríz es enfriado y la mezcla de reacción es transferida a un vaso de precipitados de -

500 ml.; aquí es alcalinizada con una solución concentrada de hidróxido de sodio para liberar la amina. El Estaño es separado de la mezcla de reacción en forma de su hidróxido por medio de una filtración al vacío. La amina liberada (fase orgánica) en la alcalinización es separada con la ayuda de un embudo de separación. La amina es destilada a presión reducida para su purificación. Se obtuvieron 13.36 g. de la amina, lo que corresponde a un rendimiento del 84.30%.

Para los experimentos 3 a 5, solo se indican las modificaciones efectuadas y los resultados obtenidos.

**Experimento 3.**

Zn/HCl, H<sub>2</sub>O, reflujo.

Rendimiento: 83.10%

**Experimento 4.**

Fe/HCl, H<sub>2</sub>O, reflujo.

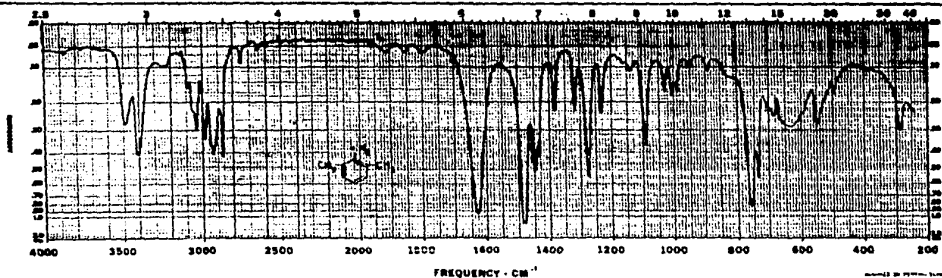
Rendimiento: 81.7%

**Experimento 5.**

Fe/HCl, H<sub>2</sub>O, Etanol, reflujo.

Rendimiento: 82.2%

2,6-XYLIDINE

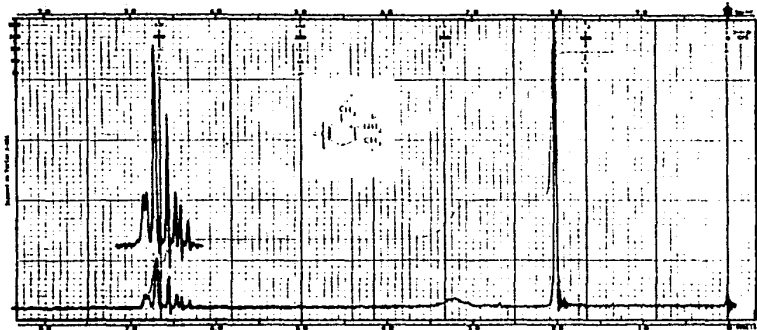


Source: Fabrique Suisse d'Explosifs S.A., Dottikon, Switzerland

$C_8H_{11}N$

M.W. 121.18

Capillary Cell:  
Neat



## 2,6-XYLYDIME

IR 7555

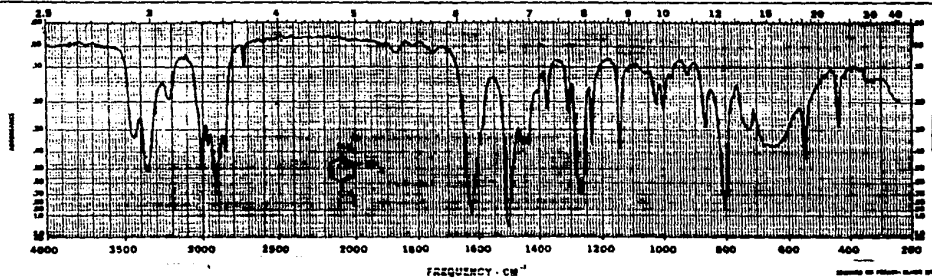
$C_8H_{11}N$  Mol. Wt. 121.18  
 Source: Fabrique Suisse d'Explosifs S.A.  
 Dettikon, Switzerland

Filter bandwidth: 4 cps  
 Sweep time: 250 sec  
 Sweep width: 200 cps  
 Sweep offset: — cps  
 Spectrum amp: 4  
 Integral amp: 80 (spec. amp. 2.5)  
 Conc. 60mg/0.5ml  $CCl_4$

## ASSIGNMENTS

a	2.03	h	_____
b	3.21	i	_____
c	6.30-6.90	l	_____
d	_____	k	_____
e	_____	l	_____
f	_____	m	_____
g	_____	n	_____

2,4-XYLIDINE

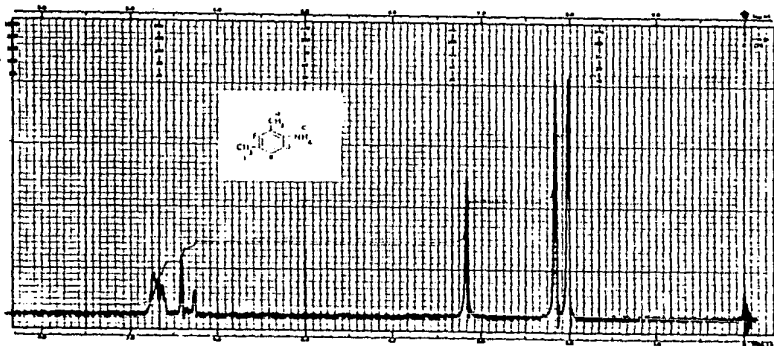


Source: Fabrique Suisse d'Explosifs S.A., Dottikon, Switzerland



M.W. 121.18

Capillary Cell:  
Neat



## 2,4-XYLIDINE

IR 4677

C<sub>8</sub>H<sub>11</sub>N Mol. Wt. 121.18Source: Allied Chem. & Dye Corp., National Aniline Div.,  
New York, N. Y.

## ASSIGNMENTS

Filter Bandwidth: 4 cps  
 Sweep time: 250 sec  
 Sweep width: 500 cps  
 Sweep offset: \_\_\_\_\_ cps  
 Spectrum amp: 10  
 Integral amp: RD (spec. amp 3.2)  
 Conc. 30mg/0.5ml CCl<sub>4</sub>

a	<u>2.02</u>	f	<u>6.72</u>
b	<u>2.16</u>	g	_____
c	<u>3.16</u>	h	_____
d	<u>6.26</u>	i	_____
e	<u>6.66</u>	l	_____

#### 4. EVALUACION ECONOMICA.

La evaluación económica de cualquier proyecto, constituye un balance de sus ventajas y desventajas, analizando los recursos necesarios para su realización, comparando los beneficios y los costos del proyecto. Esta evaluación, examina dentro de un sistema económico, criterios para decidir si es viable, conveniente y oportuno realizarlo.

La realización de un proyecto siempre tiene un impacto sobre la economía del País, y es de suma importancia determinar si la aportación del proyecto ayuda a su desarrollo económico. Todos los enfoques, deben orientarse a demostrar de que el proyecto se justifica como inversión, así como de productor de bienes.

#### OBJETIVO DEL PROYECTO.

La "2,6-Xilidina" es clasificada como un bien intermedio; éstos bienes son básicamente materias primas para la elaboración de compuestos más elaborados. La "2,6-Xilidina" es un intermediario de gran importancia en la síntesis de productos con actividad biológica y empleado ampliamente en la Industria de los Colorantes.

En México, la "2,6-Xilidina" normalmente es empleada con calidad farmacéutica (98% de pureza) y se destina principalmente para la elaboración de medicamentos. La "2,6-Xilidina" no es producida en México, lo que fuerza a nuestro País a importarla en su totalidad para satisfa-

cer las demandas de éste insumo. Los organismos que realizan la importación y la distribución del mismo son:

Globe Chemical's, S. A.

Sica, S. A.

Vita Drug, S. A.

Corporaciones Industriales, S. A.

Siendo ésta última la que maneja el mayor porcentaje de las importaciones. Siendo que la Industria Farmacéutica en nuestro País requiere en éstos días, de un crecimiento más acelerado, se crea la necesidad de ser autosuficientes en la creación de bienes para producir más y satisfacer las necesidades que en un futuro se tendrán. Por lo cual, es de suma importancia la política de sustitución de importaciones con -- productos iguales o mejores a los que compramos de otros países, convencidos de que ésta actividad repercutirá favorablemente a nuestra economía nacional.

#### ESTUDIO DE MERCADO.

Es importante destacar que la finalidad de un estudio de mercado es probar que existe una cantidad suficiente de personas, empresas, etc., que demandan un determinado bien o servicio, ya que éste estudio justi-



ficará o no la producción del bien en cuestión.

#### ANALISIS DE LA DEMANDA.

Como se mencionó anteriormente, la "2,6-Xilidina" es un producto - que solo puede ser adquirido por importación, lo que la demanda de éste producto como tantos otros, están registrados con exactitud en las estadísticas aduaneras, lo que facilita el estudio de la demanda, y esta información nos ayudará a representar las cantidades que pueden ser -- ventas.

Los principales consumidores de ésta amina, son las empresas Químico-Farmacéuticas, que en su mayoría se encuentran en el centro del - País. Algunas de éstas empresas Químico-Farmacéuticas son las siguientes:

Productos Gedeon Richter America S A.

Ciba-Geigy Mexicana, S. A. de C. V.

Laboratorios Grossman, S.A. Revlon Inc.

Laboratorios Pfizer, S. A. de C. V.

Laboratorios Sanfer, S. A.

Laboratorios Promeco, S. A. de C. V.

J. H. Robins de México, S. A. de C. V.

Polaquimia, S. A.

Dow Química Mexicana, S.A.

Interquim, S. A.

Las cantidades importadas de la "2,6-Xilidina", fueron obtenidas del "Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos - Mexicanos", que se encuentra en el Instituto Mexicano de Comercio Exterior (IMCE).

Los datos de importación son mostrados en la siguiente página mediante una gráfica para el período de 1976-1986.

Este estudio nos permitirá establecer el volumen de la demanda necesaria para un futuro, y siendo que es un artículo de importación, el porcentaje de la demanda que será atendida, corresponderá a un 100%.

En base a la evolución histórica obtendremos una idea de la evolución pasada de la demanda con el objeto de poder pronosticar su comportamiento futuro.

#### EVOLUCION A FUTURO.

Las técnicas de proyecciones de la demanda futura, se basan principalmente en:

- a) Conocimiento de la evaluación histórica de la demanda.

TON. "2,6-XILIDINA".



- b) Una explicación razonable que justifique esa evolución histórica.
- c) Cuantificación de la tendencia de -- consumo esperado a un futuro en base a la evolución pasada para posibles modificaciones futuras.

La gráfica anterior muestra la evolución histórica del consumo de la "2,6-Xilidina" para los 10 años anteriores, donde podemos observar variaciones significativas de cantidades importadas por año. Los tres primeros años se observa un crecimiento moderado, pero a partir de --- 1977 se importaron grandes cantidades de la amina con respecto al nivel de consumo anterior; esto puede ser explicado si observamos que en período de 1977 a 1981 el País mostraba un crecimiento económico que -- dió por resultado un período de estabilidad, que se reflejaba en el -- Producto Interno Bruto y en la estabilidad de nuestra moneda reflejaba éste hecho.

Este período de estabilidad permitió a los consumidores importar cantidades mayores de éste insumo para la Industria Farmacéutica. Para los siguientes años; 1982-1986, disminuyó considerablemente la importación, debido principalmente al retroceso económico que tuvo nuestro País, bajando nuestro Producto Interno Bruto hasta un -5.3% en el

año de 1983, además de la caída de los precios del petróleo y el deslizamiento del peso frente al dólar, obligó a muchas empresas a hacer un reajuste económico para detener de alguna forma su endeudamiento y evitar así la "banca rota", lo que obligó al País a disminuir sus importaciones para así frenar un poco esa peligrosa tendencia negativa. (El cuadro siguiente, muestra el valor del Producto Interno Bruto y el valor del dólar para cada año).

AÑO	P.I.B.	Pesos por dolar
1976	4.2	15.44
1977	3.4	22.58
1978	8.2	22.77
1979	9.2	22.81
1980	8.3	22.95
1981	7.9	24.51
1982	(0.5)	57.44
1983	(5.3)	120.17
1984	3.5	167.77
1985	0.0	360.87
1986	—	780.12

Es claro, que en un sector, como lo es el farmacéutico, donde el consumo de medicamentos va aumentando conforme crece la población, es necesario satisfacer en la mejor forma posible la demanda existente para así lograr el bienestar social de nuestro País, lo que hace necesario, en momentos en que la economía nacional no tiene la fuerza suficiente para importar y crecer al mismo tiempo, el crear nuestros propios recursos para así lograr la sustitución de importaciones y satisfacer la demanda para llegar a la autosuficiencia y al mismo tiempo crear fuentes de trabajo.

Como se mencionó anteriormente, la "2,6-Xilidina" es un intermediario usado en la manufactura de fármacos, algunos de los cuales pertenecen al cuadro básico, que a su vez son manejados por el sector salud a través de sus instituciones; como lo son el I.M.S.S., I.S.S.S.T.E. y la S.S.A., por lo cual la demanda actual y futura será en función del número de derechohabientes a los que prestan servicio éstas instituciones; es decir, en base a su crecimiento anual en su población. Esta proyección se basa principalmente en la evolución prevista al emplear a la "2,6-Xilidina" como insumo para la obtención de los productos finales. (Fármacos)

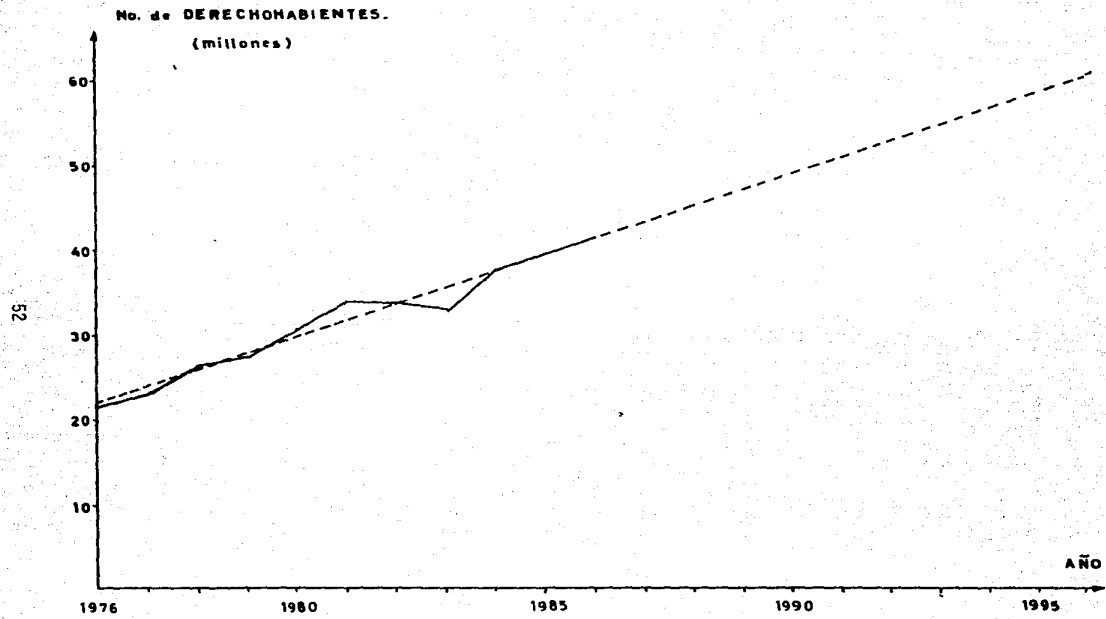
El índice promedio de crecimiento de la población de asegurados es de 3.91% anual para el periodo comprendido de 1976 a 1986. Efectuando una proyección para los próximos 10 años, se prevee un crecimiento anual promedio de un 3.85%. Efectuando el mismo análisis de proyección para el consumo de la "2,6-Xilidina" para los próximos 10 años se prevee un crecimiento anual promedio de aproximadamente del 4.24%, que corresponde a un

10.3% mayor al de la población, que es explicable por el hecho, ya mencionado anteriormente, que este intermediario también es utilizado en la Industria de los Colorantes.

Con ésta proyección a futuro, se determina que la demanda a cubrir dentro de 10 años será de aproximadamente de 30 toneladas al año, que nos da una idea de la capacidad que debe de tener nuestra planta para satisfacer la demanda nacional en un 100%.

Las proyecciones efectuadas fueron hechas por regresión lineal, ya que ésta es la que mejor se ajustaba a los datos obtenidos del pasado para el número de derechohabientes y las cantidades importadas de la "2,6-Xilidina". Los resultados obtenidos por medio de la regresión lineal son mostrados en forma de gráficas en las siguientes páginas, y también son mostradas en forma de cifras, en donde se da el porcentaje de la capacidad de la planta a emplear por cada año transcurrido en base a la capacidad total instalada para los próximos 10 años.

En base a éstos incrementos en por ciento en la capacidad de la planta, podremos estimar los costos en base a la producción que se necesitará por cada año transcurrido.





TON. 2,6-XILIDINA



DEMANDA A FUTURO DE "2,6-XILIDINA"

ANO	DEMANDA PREVISTA (TON.)	% de CAPACIDAD
1987	18.637	62.12
1988	19.637	65.46
1989	20.654	68.85
1990	22.670	75.57
1991	23.678	78.93
1992	24.686	82.29
1993	25.695	85.65
1994	26.703	89.01
1995	27.711	92.37
1996	28.719	95.73

POBLACION A FUTURO DE DERECHOHABIENTES.(I.M.S.S., I.S.S.S.T.E. y S.S.A.).

ANO	DERECHOHABIENTES (millones)
1987	43.767
1988	45.759
1989	47.750
1990	49.740
1991	51.732
1992	53.724

1993	55.715
1994	57.706
1995	59.697
1996	61.689

#### **ANALISIS DE LOS PRECIOS.**

En el estudio de mercado es importante analizar los precios que tienen los bienes y servicios que se espera producir, con el propósito de identificar de que forma se determinan y el impacto que una alteración de los mismos tendría sobre la oferta y la demanda del producto.

Las modalidades de fijación de precios son las siguientes:

- a) Precio existente en el mercado interno.
- b) Precio de similares importados.
- c) Precio estimado en función del costo de producción.
- d) Precio estimado en función de la demanda.
- e) Precios del mercado internacional.
- f) Precios fijados por el sector público.

Para nuestro estudio, el análisis de los precios se basa principalmente

en el precio estimado en función del costo de producción y a los precios de similares importados.

En el "Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos" se encuentra también el monto o cantidad de dinero que tuvo que ser pagado por dicha importación, además de los países de donde fue importado el producto. A continuación se presenta una tabla del precio por kilogramo ley de "2,6-Xilidina" en pesos y en dolares para cada año.

AÑO	COSTO EN PESOS	COSTO EN DOLARES
1976	46.28	2.997
1977	42.78	1.895
1978	65.84	2.890
1979	63.78	2.780
1980	82.78	3.380
1981	111.03	4.530
1982	282.03	4.910
1983	502.31	4.180
1984	588.87	3.510
1985	1201.70	3.330
1986	2636.81	3.380
1987(Oct.)	6091.85	3.860

En base a la tabla anterior podemos observar un crecimiento muy - pronunciado a partir de 1982 en los precios por kilogramo ley de la --- "2,6-Xilidina", que se debe principalmente al deslizamiento del valor de nuestra moneda frente al dolar como lo revela la tabla anterior.-- (ver gráfica de la página siguiente).

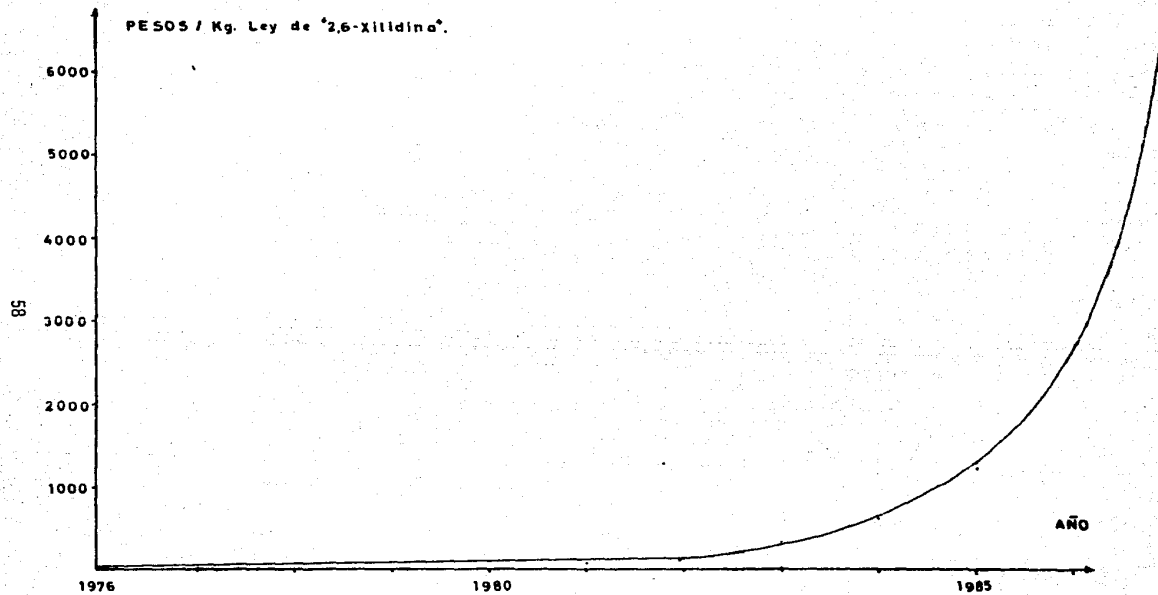
#### ANALISIS DE LA COMERCIALIZACION.

Este análisis es un requisito indispensable para poder presentar proposiciones concretas sobre la forma en que se espera distribuir el producto que se va a producir, teniendo en cuenta las ya existentes o en su defecto la factibilidad de los cambios que se quieran establecer en relación a las formas ya existentes.

Los problemas que deben examinarse son:

- Almacenamiento.
- Transporte.
- Acondicionamiento.
- Presentación del producto.
- Sistemas de crédito al consumidor.
- Publicidad y propaganda.

En éste trabajo solo se presentarán los mecanismos de la estimación



de los costos de producción y el análisis de la comercialización se sale de los objetivos de éste trabajo, pero esto no le resta importancia a éste análisis.

#### DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS.

La ruta sintética en estudio para la elaboración de la "2,6-Xilidina", es la que parte del m-xileno. La nitración es efectuada con ácido nítrico concentrado en presencia de ácido sulfúrico concentrado. La transformación del derivado nitrado a la correspondiente amina es hecha por medio de una hidrogenación catalítica, empleando como disolvente alcohol etílico,  $PtO_2$  como catalizador e hidrógeno. Básicamente son empleadas 6 materias primas para la elaboración de la "2,6-Xilidina".

A continuación se da una lista de los posibles proveedores nacionales de éstas materias primas.

#### m-XILENO.

Altos Hornos de México, S. A.  
Carboquímica Block, S.A. de C.V.  
Mexicana de Coque y Derivados, S.A.  
Petróleos Mexicanos.

#### ACIDO NITRICO.

Cfa. Mexicana de explosivos, S.A.

Du-Pont, S.A de C.V.  
Fibras Sintéticas Sociedad Anónima.  
Fertilizantes Mexicanos.  
Química Orgánica de México, S.A.  
Productora Química Mexicana, S.A.  
Productos Químicos Monterrey, S.A.  
Técnica Química, S.A.  
J. T. Baker, S.A. de C.V.

#### ACIDO SULFURICO.

Alkamex, S.A.  
Azufrera Panamericana, S.A.  
Comisión del Fomento Minero, S.A.  
Fca. Nacional de Explosivos, S.A.  
Ferroquímica, S.A.  
Fertilizantes Mexicanos, S.A.  
Industrial Minera de México, S.A.  
Industrias Peñoles, S.A.  
Industrias Químicas de México, S.A.  
Industrias Resistol, S.A.



**ALCOHOL ETILICO.**

Asociación Nal. de Productores de Alcohol.  
Productos Químicos Monterrey, S.A.  
Técnica Química, S.A.  
Merck-México, S.A.

**HIDROGENO.**

Aga de México, S.A.  
Argón, S.A.  
Cloro de Tehuantepec, S.A. de C.V.  
Electrodos Monterrey, S.A.  
Liquid Carbonic de México, S.A.  
Penwalt, S.A. de C.V.  
Penwalt del Pacífico, S.A. de C.V.  
Union Carbide Mexicana, S.A. de C.V.

**OXIDO DE PLATINO:(IMPORTACION).**

United Kingdom  
Engelhars Industries Ltd.  
Valley Road,  
Switzerland.

El óxido de platino ( $PtO_2$ ) utilizado como catalizador en la reducción del 2-nitro-m-xileno para la obtención de la "2,6-Xilidina" no es producido en México. Este catalizador, debe entonces importarse del extranjero porque nuestro País no es un productor de platino, del cual se hace éste catalizador y su importación será efectuada de Suiza, donde está la casa matriz que surte de varios catalizadores a la Industria -- Química del mundo. El costo de éste catalizador se encuentra en el estudio técnico de éste trabajo.

## ESTUDIO TECNICO.

Un renglón muy importante en la formulación de un proyecto es lograr un diseño tal, que utilice los recursos disponibles para una producción óptima y así obtener el producto deseado; esto es, describir la unidad de producción en lo que se refiere al tamaño, el proceso de producción y su localización; y por otra parte, el que describe las obras físicas necesarias, la organización de la producción y el calendario de realización del proyecto.

La finalidad del estudio técnico es de demostrar la viabilidad técnica de un proyecto y determinar las necesidades de capital y de mano de obra que serán necesarias.

## CAPACIDAD DE LA PLANTA.

La capacidad de la planta, como ya se mencionó anteriormente, es la de producir 30 toneladas en el año de 1996; que corresponde a 2.5 toneladas a producir por mes en éste año.

En base a los balances de material se obtendrá la capacidad diseñada de las distintas unidades del proceso (Equipo), a los cuales se les daran márgenes para llegar a capacidades normalmente utilizadas con el fin de contar con reservas de capacidad que permitan el paro temporal de alguna parte del proceso para fines de revisión y mantenimiento.

#### LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.

En base a los estudios realizados en la parte que corresponde al - Estudio de Mercado; la disponibilidad de las materias primas y la localización del mercado de consumo, encontramos que la mayor parte de ambos criterios, se encuentran en el centro del País; en el Estado de México y en el Distrito Federal, por lo que la ubicación de la planta podría estar en uno de éstos dos lugares, que dependiendo de los aspectos políticos y legales se podrá definir con más precisión la ubicación de la misma.

#### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

El proceso en cuestión debe producir a la "2,6-Xilidina" con una -- pureza de al menos un 98% para que compita en el mercado de la Industria Químico-Farmacéutica; para ésto, el equipo y forma de realización o producción del producto tienen que ser los adecuados.

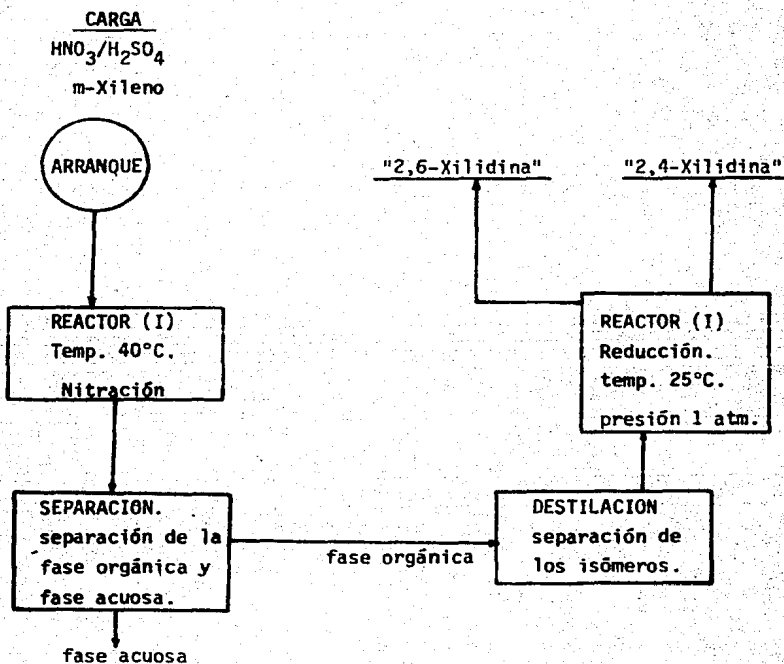
El proceso comienza con la preparación de la mezcla sulfonítrica en un tanque de premezclado. En éste tiempo, el m-xileno es introducido al reactor (reactor intermitente con chaqueta de enfriamiento para operación a presiones bajas) y posteriormente la mezcla sulfonítrica es adicionada lentamente para efectuar la nitración, evitando por medio de en friamiento con ayuda de la chaqueta aumentos bruscos en la temperatura con el fin de mantener el mejor control de la misma (40°C.). Al final

de la reacción de nitración, en el mismo reactor, se separa la fase acuosa (mezcla ácida) y la fase orgánica es lavada previamente con agua y después con una solución de bicarbonato de sodio al 10%; se separan nuevamente la fase acuosa de la fase orgánica y la mezcla de los nitroxilenos es enviada a un tanque de almacenamiento, de donde serán alimentados a una torre de destilación con el propósito de separar los dos isómeros ( 2-nitro-m-xileno y 4-nitro-m-xileno ). Ambos isómeros son enviados, una vez separados, a un tanque de almacenamiento para posteriormente reducirlos a sus correspondientes aminas por medio de una Hidrogenación Catalítica.

Con el fin de minimizar costos en la adquisición de equipo, se utilizará el mismo reactor empleado en la nitración para efectuar la reducción; esto es, la cantidad necesaria de producción de nitroxilenos por mes, por semanas de trabajo de cinco días, descansando Sábados y Domingos, será producida en cuatro días y se efectuará la reducción de los nitroxilenos a sus aminas en el quinto día, que es posible gracias al poco tiempo que toma la reducción ( aprox. 3 horas).

El derivado nitrado a reducir, es enviado nuevamente al reactor y reducido a la amina. Al reactor es alimentado alcohol etílico, el 2-nitro-m-xileno e hidrógeno en presencia del catalizador de  $PtO_2$ . Al final de la reacción de reducción, la mezcla de reacción es pasada através de un filtro para recuperar y separar el catalizador y después a un destilador simple donde es eliminado el alcohol etílico (disolvente) y sepa-

rado así de la amina. El etanol es enviado a un tanque de almacenamiento para su recirculación, y la amina es enviada a el tanque de producto terminado para después ser enviado a empaque. El proceso es descrito en el siguiente diagrama de cuadros y el diagrama de flujo es mostrado en la página siguiente mostrando las unidades de la planta.



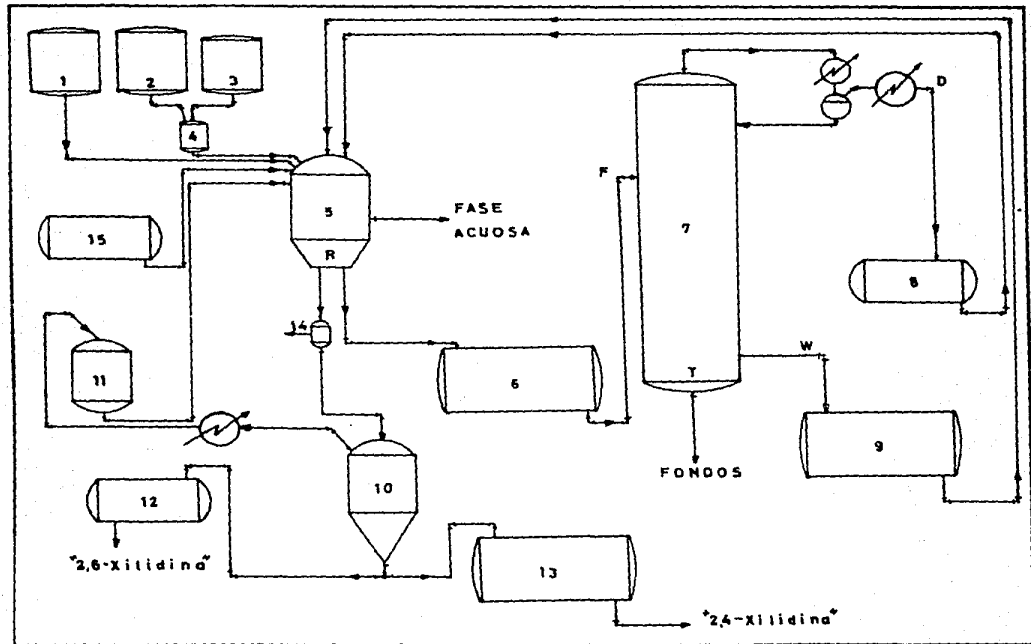


DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCION DE LA "2,6-XILIDINA"

Descripción del diagrama de flujo.

1. Tanque de almacenamiento del m-Xileno.
2. Tanque de almacenamiento del ácido nítrico.
3. Tanque de almacenamiento del ácido sulfúrico.
4. Tanque de premezclado.
5. Reactor intermitente.
6. Tanque de almacenamiento de nitroxilenos.
7. Torre de destilación. (17 platos y  $Rop. = 2.5 R_{min.}$ ).
8. Tanque de 2-nitro-m-xileno.
9. Tanque de 4-nitro-m-xileno.
10. Destilador simple.
11. Tanque de alcohol etílico.
12. Tanque de "2,6-Xilidina".
13. Tanque de "2,4-Xilidina".
14. Unidad filtrante.
15. Tanque de hidrógeno.



## JUSTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.

La justificación del proceso frente al tamaño y la localización, tiene como objetivo comprobar que el proceso no es incompatible con el tamaño y la localización elegidos. La justificación de la elección de las instalaciones y equipos necesarios para realizar el proceso, debe ser presentando la selección según sus características, como son: especificación; capacidad diseñada; capacidad de sobrecarga; versatilidad en el tipo de producción; vida útil del equipo y partes especiales; consumo de energía; dimensiones y peso del equipo total; plazos de entrega ofrecidos; requisitos técnicos de instalación; gastos de montajes; garantías ofrecidas; calidad; servicio y asistencia técnica.

La localización de la planta, puede plantearse con distintos grados de precisión. La macrolocalización fue hecha en base a el estudio de mercado; la microlocalización debe hacerse en base a los siguientes criterios:

- a) Condiciones Naturales. (geográficas y físicas).
- b) Economías Externas: Infraestructura, equipos, insumos y productos; servicios de asistencia técnica y de entranamiento de mano de obra; medios de comunicación; urbanización, vivienda; sanidad, educación y servicios financieros.

c) **Condiciones Institucionales.** Aquí de deben de expresar las normas legales vigentes que puedan afectar al proyecto en cuanto a su - establecimiento y su operación. (derecho de propiedad, uso del terreno, preservación del medio ambiente, conservación de recursos naturales, etc.).

## BALANCE DE MATERIALES.

Para evitar la repetición de nombres, a cada producto se le asigna una letra que lo identificará en toda la secuencia de cálculo.

A. "2,6-Xilidina".

F. "Etanol".

B. "2,4-Xilidina".

G. "Acido Nítrico".

C. "m-Xileno".

H. "Acido Sulfúrico".

D. "2-nitro-m-xileno".

I. "Hidrógeno".

E. "4-nitro-m-xileno".

J. "PtO<sub>2</sub>".

Para tener una capacidad de producción de 30 toneladas al año de "2,6-Xilidina", se tienen que producir;

$$\frac{30 \text{ Ton.} \cdot 1 \text{ año} \cdot 1 \text{ mes} \cdot 1000 \text{ Kg.}}{1 \text{ año} \cdot 12 \text{ meses} \cdot 4 \text{ sem.} \cdot 1 \text{ Ton.}} = 625 \text{ Kg. de A/sem.}$$

$$= 89.285 \text{ Kg. de A/día.}$$

$$= 645.66 \text{ lts. de A/ sem.}$$

La planta operará 5 días por semana (Lunes a Viernes) con descanso de 2 días (Sábado y Domingo), por lo que:

$$(625 \text{ Kg./sem.}) (1 \text{ sem}/5 \text{ días}) = 125 \text{ Kg. de A/día.}$$

$$= 1.022 \text{ Kg-mol de A/día.}$$

$$= 129 \text{ lts. de A/día.}$$

Como solo se van a operar 5 días a la semana, la cantidad necesaria de 2-nitro-m-xileno para producir la cantidad necesaria de "2,6-Xilidina" es;

$$\frac{(151.164 \text{ Kg-mol de D})(125 \text{ Kg. de A/día})}{(122.29 \text{ Kg-mol de A})} = 154.51 \text{ Kg. de D/día.}$$

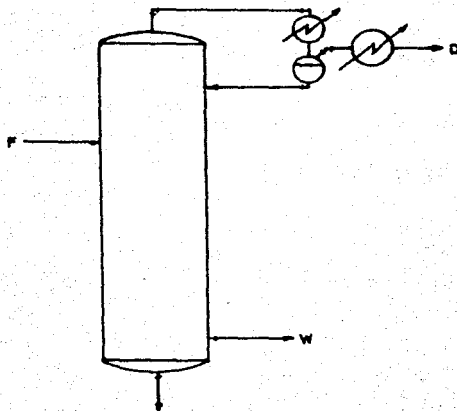
la cual será producida en 4 días para poder efectuar la reducción del 2-nitro-m-xileno el 5º día en el mismo reactor donde es hecha la nitración, por lo tanto:

$$(154.51 \text{ Kg. de D/día})(5 \text{ días/sem})(1 \text{ sem}/4 \text{ días}) = 193.14 \text{ Kg. de D/día}$$

$$= 1.278 \text{ Kg-mol de D/d-}$$

Para calcular la cantidad que se espera obtener del 4-nitro-m-xileno, es necesario efectuar un balance de materiales para la torre de des

tilación, tomando en cuenta el diagrama de flujo anterior, del cual solo es mostrada la unidad de destilación.



Composición de la corriente F: 16% de 2-nitro-m-xileno.  
84% de 4-nitro-m-xileno.

Composición de la corriente D: 98% de 2-nitro-m-xileno.  
2% de 4-nitro-m-xileno.

Composición de la corriente W: 2% de 2-nitro-m-xileno.  
98% de 4-nitro-m-xileno.

**Balance de Material Total.**

$$F = D + W$$

Para la "2,6-Xilidina",

$$(0.16) F = (0.98) D + (0.02) W$$

$$(0.16)(D + W) = (0.98) D + (0.02) W$$

$$(0.16 D + 0.16 W) = (0.98 D + 0.02 W)$$

$$(0.16 W - 0.02 W) = (0.98 D - 0.16 D)$$

$$W = \frac{(0.98 - 0.16) D}{(0.16 - 0.02)} \quad ; D = 193.14 \text{ Kg. de D/d.}$$

$$W = 1131.25 \text{ Kg. de E/día.}$$

$$= 1168.65 \text{ lts. de E/día.}$$

$$= 7.484 \text{ Kg-mol de E/día.}$$

que representa la cantidad de 4-nitro-m-xileno que se va a producir.

**Balance de Material para el m-Xileno.** Este es en función de la cantidad de nitroxilenos producidos, que representa la alimentación de la torre de destilación;

Sea la alimentación F, y;

$$F = D + W$$

por lo tanto:

$$\begin{aligned} F &= 193.14 \text{ Kg.} + 1131.25 \text{ Kg.} \\ &= 1324.39 \text{ Kg. de mezcla/día.} \\ &= 8.761 \text{ Kg-mol de mezcla/día.} \end{aligned}$$

por lo que la cantidad de m-xileno es;

$$\frac{(106.17 \text{ Kg./Kg-mol de C})(1324.39 \text{ Kg de mezcla/día})}{(151.164 \text{ Kg/Kg-mol de mezcla})}$$

$$= 930.19 \text{ Kg. de C/día.}$$

$$= 8.76 \text{ Kg-mol de C/día.}$$

Balance de Materiales para el ácido nítrico y ácido sulfúrico.

$$\frac{(189.03 \text{ Kg-mol de G})(930.19 \text{ Kg. de C/día})}{(106.17 \text{ Kg-mol de C})}$$

$$= 1656.15 \text{ Kg de G/día.}$$

$$= 1182.96 \text{ lts. de G/día.}$$

$$= 26.28 \text{ Kg-mol de G/día.}$$

$$\frac{(100\%)(1656.15 \text{ Kg de G/día})}{(70\%)} = 2365.93 \text{ Kg/día.}$$

$$(2365.93 \text{ Kg/día}) - (1656.15 \text{ Kg/día}) = 709.78 \text{ Kg de H/día}$$

$$= .7.24 \text{ Kg-mol de H/día.}$$

**Balance de materiales para el alcohol etílico.**

La cantidad de alcohol etílico empleado en la reducción constituye un 75% en volumen con respecto al volumen del derivado nitrado que es convertido a la correspondiente amina para la "2,6-Xilidina",

$$(193.14 \text{ lts de D/día})(0.75) = 144.86 \text{ lts. de F/día}$$

para la 2,4-Xilidina,

$$(1168.65 \text{ lts de E/día})(0.75) = 876.49 \text{ lts de F/día.}$$

$$\text{TOTAL} = 1021.35 \text{ lts. de F/día.}$$

El etanol empleado como disolvente en la reducción es recuperado del seno de reacción por medio del uso de un destilador simple, por lo que el consumo de etanol se reduce a un mínimo.

El cálculo de la cantidad de etanol necesario para la reducción del 4-nitro-m-xileno es considerado por el hecho de que su correspondiente amina (2,4-Xilidina), también es empleada en la Industria de los Colorantes<sup>(2)</sup>, como también en la producción de acaricidas<sup>(6)</sup>, empleados para el control de plagas en los cultivos. lo que representa un -- posible mercado para éste subproducto.



Balance de materiales para el hidrógeno.



$$\frac{(1324.39 \text{ Kg de mezcla/día})(6.04782 \text{ Kg mol de I})}{(151.164 \text{ Kg-mol de D})} =$$

$$= 52.99 \text{ Kg de I/dfa}$$

Balance de materiales para el óxido de platino ( $\text{PtO}_2$ ).

La cantidad de catalizador a emplear es de un 0.10% en peso con respecto a la cantidad en Kg del derivado nitrado, por lo que:

$$(1324.39 \text{ Kg de mezcla})(0.001) = 1.324 \text{ Kg de J/dfa.}$$

## ANALISIS DE LOS COSTOS.

En el estudio técnico, el análisis de los costos, consiste en la - determinación y distribución de los costos de la inversión física y los de la operación del proyecto. En los costos de la inversión física se - incluyen los gastos de construcción, de adquisición, transporte y montaje de equipos y máquinas.

Los costos de operación comprenden:

1. Costo de mano de obra. Valor de los gastos de mano de obra por unidad de tiempo.
2. Costo de materiales. Gastos de adquisición y manejo de los materiales del proceso de producción.
3. Costo de los servicios. Energía eléctrica, servicios auxiliares, asistencia técnica,- etc.

El costo de materiales será realizado para la producción de 1 Kg. de producto final "2,6-Xilidina". Los resultados de éste cálculo son - mostrados en la página siguiente. Los costos de materiales deben ser - sumados a los costos de mano de obra y a los costos de los servicios - que son necesarios para la operación.

REACTIVO	COSTO \$	P.M.	$\frac{\text{Kg. React.}}{\text{Kg. Prod.}}$	\$ /Kg de Prod.
m-Xileno	3000/Kg.	106.17	0.869	2619.30
ác. nítrico	450/Kg.	63.01	1.547	696.15
ác. sulfúrico	270/Kg.	98.00	0.663	179.01
PtO <sub>2</sub>	22500/g.	227.09	0.001	27.81
Hidrógeno	1750/Kg.	1.00	0.040	70.00
				<u>3592.27</u>

Al finalizar el estudio técnico, el análisis financiero del proyecto, comprende la inversión, la proyección de los ingresos y de los gastos y las formas de financiamiento que se prevén para todo el período de su ejecución y de su operación. El estudio deberá demostrar que el proyecto puede realizarse con los recursos financieros disponibles. En este análisis son importantes las informaciones obtenidas en el estudio de mercado y en el estudio técnico.

El último documento del proyecto conjuga las conclusiones de los estudios de mercado, técnico y financiero y las analiza con un enfoque que permite la evaluación económica. El análisis debe aportar elementos de juicio seguros sobre la viabilidad, conveniencia y oportunidad del proyecto. Normalmente la decisión final sobre la realización efectiva -

del proyecto se basará sobre todo en su evaluación económica, que por -  
estar integradas las conclusiones de los estudios de mercado, técnico  
y financiero, abarcan todos los aspectos que necesitan analizarse en -  
un proyecto de inversión para el desarrollo económico y social.

## 5. CONCLUSIONES.

- I. En base a las rutas probadas propuestas en los antecedentes, se concluye que la mejor ruta de síntesis para la obtención de la "2,6-Xilidina", es la que parte del m-Xileno, ya que utiliza recursos disponibles en nuestro País. Se muestra además, que no existen grandes dificultades por la necesidad de utilizar equipos especiales ya que el proceso es simple; por lo que se concluye que ésta ruta sintética es adecuada para la producción de ésta amina en México.
  
- II. Se evaluó la existencia de una demanda suficiente que justifica la producción de éste bien intermedio, delimitándonos las metas de desarrollo, como son: Capacidad y demanda a cubrir.
  
- III. En el estudio preliminar del proyecto de la evaluación de la síntesis de la "2,6-Xilidina" se concluye en base a los estudios de mercado y estudios técnicos que es posible producir ésta amina con la calidad que se requiere en el mercado y con un precio que le permiten competir en el Mercado Internacional.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) The Merck Index. 10th. Ed. Merck & Co., Inc. New Jersey, U.S.A. (1983)
- (2) Kirkh Othmer, "Enciclopedia de la Industria Química". London. 4th. Ed. U.S.A. (1973)
- (3) Chem. Abstr. 24: P2822<sup>b</sup>
- (4) Chem. Abstr. 91: 56594t
- (5) Chem. Abstr. 94: 30328w
- (6) Chem. Abstr. 99: 70402a
- (7) Saunders, K. H. (Imperial Chemical Industries, Ltd.) "Separation of m-2-xilidine from the residual oil". Brit. 328 104, April-8, 1929. (C.A. 24: 5046<sup>3</sup> (1930)).
- (8) Alchin, L. J. (Imperial Chemical Industries, Ltd.) "Obtention of 2, 6-Xilidine from the mix of isomeric Xilidines." Brit. 328 418, April 1, 1929. (C.A. 24: 5309<sup>4</sup> (1930)).
- (9) Imperial Chemical Industries, Ltd. "Separation of mix of isomeric Xilidines". Ger. 517 338, March 1, 1930, su Brit. 328 418. (C.A. 25: 2157<sup>5</sup>).
- (10) Alchin, L. J. (Imperial Chemical Industries, Ltd.) "Obtention of m-2-xilidine from the mixt. of isomerides." U. S. 1 867 962, July 19, 1932. (C.A. 26: 5106<sup>8</sup> (1932)).
- (11) Morgan, G. T. and Hickenbotton, W. J. "Separation of the constituents of comercial Xilidine". J. Soc. Chem. Ind. 45: 221-2T (1926). C.A. 20: 2991<sup>9</sup> (1926).

- (12) Birch, S. F., Dean, R. A., Fidler, F. A. and Lowry, R. A. "The preparation of C<sub>10</sub> Monocyclic Aromatic Hydrocarbons". J. Chem. Soc. 71, 1362-1369 (1949).
- (13) Birch, S. F., Dean, R. A., Fidler, F. A. (Anglo-Ianian Oil Company). "Improvements in the Production of Xilidines". Brit. 619 873 (March 10, 1949). 15840/46 (C.A. 43: 5799g (1949)).
- (14) Marcus, J. Burdeanu, A. and Teodorescu, Z. "Preparation of 2,6-Xilidine". Rev. Chim. (Bucharest) 7, 109-12 (1956). C. A. 52: 9977<sup>b</sup> - (1958).
- (15) Zharaulev S. V. and Nikolaev, E. U. "2, 6-Dimethyl aniline from Nitromesitylinic acid" U.S.S.R. 123, 533. Nov. 9, 1959. C. A. 54: 8727x (1960).
- (16) Zharaulev, S. V. and Nikolaev, E. U. "Synthesis of Xilocaine" Zhur Obshehei Khim. 30, 1155-7. (1960). C. A. 55: 424-5 (1961).
- (17) Worrel, Calvin J. (Ethyl Corp). "Preparation of Anilines" Ger. Offen. 1 933 636 (Cl. C 07 bcd), 05 Feb 1970, U.S. Appl, 31 jul 1968; 21pp. C. A. 72: 90024z (1970).
- (18) Mollensak, J. Ch. (Ethyl Corp.) "Aromatic amines from phenols". Ger. Offen. 2 208 827 (Cl. C 07 cd), 21 sep. 1972, U.S. Appl. 123, 428, 11 Mar. 1971; 31 pp. C. A. 77: 164230r. C. A. 77: 164230r - (1972).
- (19) Rossi, R. A., Bunnett, J. F. "General conversion of phenols to anilines." J. Org. Chem. 37 (22), 3570 Eng. (1973). C. A. 78: 3856e (1973).

- (20) Gassman, P. G. and Gruetzmacher, G. D. "Azosulfonium salts, Intermediates in a general procedure for the alkylation of aromatic amines". J. Am. Chem. Soc. 96 (17), 5487-95 (Eng), (1974). C. A. 81: 104881b (1974).
- (21) Wollensak, J. C. (Ethyl Corp). "Preparation of Aromatic Amines" U. S. 3:931 298 (Cl. 260-581; C07C), 06 Jan 1976, Appl. 123 428, 11 - Mar. 1971, 13 pp. C. A. 84: 89799x (1976).
- (22) Worrel, C. J. (Ethyl Corp.) "Aniline from phenol and ammonia" U. S. 3 956 182 (Cl. 260-578; C 07 C 87/52), 22 Jan, 1976. Appl. 863, 349. 02 Oct. 1969; 5pp. C. A. 85: 77856w. (1976).
- (23) Enamoto, S., Kamiyama, T. and Inoue, M. "Liquid phase ammonolysis of phenols". Yakagaku zasshi, 98 (3), 354-7 (1978) (Japan). C. A. - 89: 42639 h, (1978).
- (24) Fisher, H. (Ciba-Guay Corp.) "Preparation of substituted-2, 6-dimethylanilines". U. S. 4 188 341 (Cl. 260-573; C 07 C 87/06), 12 Feb - 1980, Appl. 632, 744, 17 Nov. 1975; 6 pp. Cont.-in-past of U. S. Ser. No. 759, 144, abandoned. C. A. 92: 198085x (1980).
- (25) Ciba-Geigy A.-G. "Process for the production of substituted anilines" Brit. 1 565 849 (Cl. C 07 C 87/50). 23 Apr, 1980. Appl. 632 744, 17 Nov 1975; 7 pp. C. A. 94: 30328w (1981).
- (26) Shin, Kju Hi; Wollensak, John Charles (Ethyl Corp.). "2,6-Dimethylaniline from 2,6-dimethylcyclohexylamine", Eur.Pat. Appl. 31859 (Cl. C07C87/56), 15 Jul 1981, Appl.79/303079, 31 Dic. 1979; 13 pp. C.A. 95, 168762 k (1981).



- (27) Goetz, Norbert; Hupfer, Leopold; Hoffman, Werner; Baumann, Manfred (BASF A.-G.) "Primary aromatic amines from cyclic alcohols and for ketones". Eur.Pat. Appl. EP 50,229 (CL. C07C85/06), 28 Apr 1982, D.E. Appl 3 039 085, 16 oct 1980; 21pp. C.A. 97, 127236 q(1982).
- (28) Goetz, Norbert; Jacobs, Peter; Leopold; Toussaint, Herbert; Russ, Wolfgang (BASF A.-G.) "Cycloalifatic and/or aromatic amines". Eur.Pat.Appl.EP 53,819 (CL.C07C85/06), 16 jun 1982, D.E. Appl 3 045 719, 04 Dic 1980; 21pp. C.A. 97; 197969e (1982).
- (29) Le Blanc, Helmut; Wedemeyer, Karlfried (Bayer A.-G.). Eur Pat. Appl.E.P. 68, 283 (CL.C07C85/06), r05 Jun 1983; D.E. Appl. 3 125 295, 27 Jun 1981; 23 pp C.A. 98, 160393y (1983).
- (30) Schmeltz, I; Dyer C.T; Ratchick,E; Matasker,J. "Separation and determination of xilidine isomers". J. Chromatogr. 245 (3), 309-20 (eng), (1982). C.A. 97: 174190e (1982).

Adams, R. and Voorhees V. "Catalytic Hydrogenation". Org. Syn; -- Coll. Vol. 1, 61 (1944).

Ronald Breslow. "Mecanismos de Reacciones Orgánicas", Editorial Reverté, S. A. Barcelona (1967).

Devore G. and Muñoz E., "Química Orgánica", Publicaciones Culturales, S. A. 4ta. Ed. (1975).

**Groggins, Philip H. "Industrial Process in Organic Synthesis", -  
Gustavo Gill, 2a. Edición (1963).**

**Vogel's. "Textbook of Practical Organic Chemistry"; Longman, ---  
London and New York. Longman Group Limited (1978).**

**F.O.N.E.P. "Guía para la formulación y evaluación de proyectos -  
de inversión". F.O.N.E.P. (1983). Nacional Financiera.**

**Miguel Angel Corso. "Introducción a la Ingeniería del Proyecto"  
1a. Edición, Editorial Limusa, México,(1979).**

**Anthony J. Tarquin and Leland T. Blank. "Engineering Economy". -  
1a. Edición by Mc. Graw-Hill Book, Co., INC., U.S.A. (1976).**

**J. C. Poindexter. "Macroeconomics". 2a. Edición by C.B.S. College  
Publishing U.S.A. (1981).**

**Rose H. F. and Barrow M.H. "Project Engineering of Process Plants"  
John Wiley & Sons, INC., U.S.A. (1982).**

**Uriegas Uriegas Jose Luis. "Análisis del comportamiento económico  
de plantas de la Industria Química". Universidad Nacional Autóno-  
ma de México". México, 1979.**