

84

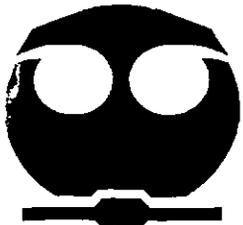


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

" ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA APERTURA
COMERCIAL EN MÉXICO EN LOS PROYECTOS
DE INVERSIÓN: EL CASO DE ÁCIDO LÁCTICO "

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO
P R E S E N T A:
JUAN CARLOS GONZÁLEZ CEJA



292346

MÉXICO, D. F. EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUÍMICA



2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

"ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA APERTURA COMERCIAL EN MÉXICO EN LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN: EL CASO DE ÁCIDO LÁCTICO"

Jurado asignado:

Presidente:	Prof.: José Luis Padilla de Alba
Vocal:	Prof. Hugo Norberto Ciceri Silvenses
Secretario:	Prof. Baldomero Pérez Gabriel
Primer suplente:	Prof. Luis Gallo Sanchez
Segundo suplente:	Prof. Euberto Hugo Flores Puebla

Sítio donde se desarrolló el tema:

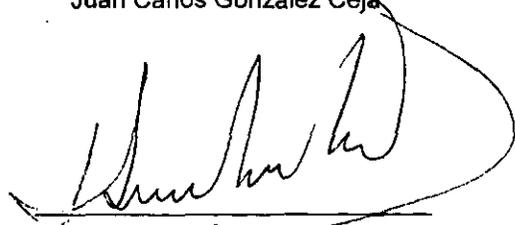
Edificio "D"
Facultad de Química. UNAM
México D.F.

Sustentante:



Juan Carlos González Ceja

Asesor :



Dr. Hugo Norberto Ciceri Silvenses

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

A Dios nuestro señor

A la maravillosa mujer a quien debo la vida y que le dedico mis triunfos, quien me enseñó a ser lo que soy ahora, por sus momentos de apoyo en los momentos difíciles y como tributo a sus esfuerzos realizados para que algún día pudiera sentirse orgullosa de verme concluir esta meta.
Gracias por ser la mejor de las madres.

A mi Padre, que con mano firme, sabios consejos y cariño logro conducirme por el buen camino inculcándome el principio de la renuncia a la satisfacciones a corto plazo, a cambio de aquellos a largo plazo.
Gracias por ser mi padre.

A mis hermanos Arturo y Hugo, puesto que siempre he recibido su apoyo esperando que este trabajo sea una motivación para ustedes.

A mi tía Esperanza por depositar esa semillita llamada Mara, que ha hecho que la vida tenga más sentido, al pasar inolvidables momentos con sus juegos y travesuras al llenar un espacio con su presencia.

A Silvia, por hacerme sentir que todo sacrificio no es en vano, con su ternura y cariño, dándome aliento en los momentos difíciles y haciéndome salir adelante.

A mis amigos: Luis Fernando, Eduardo, Juan, Ramón, Joel, Alejandro, Román. A los unos y a los otros por su amistad otorgada por que en las etapas importantes de nuestra vida maduramos juntos.

A mi aijada Jacqueline por llegar a formar parte de mi vida.

A todos ellos muchas gracias.

A la Facultad de Química y a la Universidad Nacional Autónoma de México, porque me recibió y formó.

A los Profesores, que han depositado en mí los conocimientos y apoyado a ser cada día mejor.

Un agradecimiento especial para el Profesor Hugo Norberto Cicerí Silvences, por su atinada dirección de esta Tesis, a quien toleró los contratiempos que se presentaron para la conclusión de este sencillo trabajo.

Contenido

	Páginas
INTRODUCCION	1
<u>CAPITULO I GENERALIDADES DEL ACIDO LACTICO</u>	
1.1. Características del producto de Acido Láctico	3
1.2. Propiedades Físicas	6
1.3. Propiedades Químicas	9
1.4. Métodos Generales de Obtención	13
1.5. Usos del ácido láctico	16
1.6. Derivados del ácido láctico	21
1.7. Grados Industriales del ácido láctico	27
1.8. Recuperación, Extracción y/o purificación del ácido láctico.	28
<u>CAPITULO II ANALISIS DE MERCADO</u>	
2.1. Estudio de la Oferta	34
2.1.1. Producción del ácido láctico en México	34
2.1.2. Principales países exportadores hacia México	34
2.1.3. Principales Fuentes de Abastecimiento en Méx.	35
2.1.4. Aspectos Legales	36
2.2. Estudio de la demanda	39
2.2.1. Consumo de la Demanda	39
2.2.2. Importación de ácido láctico en México	39
2.2.3. Localización de los consumidores	41
2.2.4. Distribuidores por Zonas Económicas	43
2.3. Proyección de la Demanda	44
2.3.1. Método de mínimos cuadrados	44
2.3.2. Regresión con tres variables	48
2.3.3.1. Demanda Esperada en Base al PIB	50
2.3.3.2. Demanda Esperada en Base a la inflación	51
2.3.3.3. Demanda esperada en base al mercado	53
2.4. Reimportaciones	54
2.5. Estructura del Precio	57
2.6. Precio promedio anual de Importación	57
2.7. Comercialización del Producto	58
2.8. Presentación del producto	58
2.9. Fletes	58
<u>CAPITULO III SELECCIÓN DE LA TECNOLOGIA</u>	
3.1. Tecnología Disponible	61
3.1.1. Sheffield Farms Co.	68
3.1.2. Sugar Research Foundation	72
3.1.3. Monsanto Co.	73
3.2. Análisis de las Variables del Proceso	73
3.3. Selección de la Tecnología	85
<u>CAPITULO IV LOCALIZACION DE LA PLANTA</u>	
4.0. Localización de la Planta	91
4.1. Análisis comparativo de costos de producción	92
4.1.2. Sueldos y Salarios de empleo	97
4.2. Disponibilidad de Servicios	97
4.3. Otros Factores	102
4.4. Análisis de la Selección de Alternativas	104
4.5. Descripción del Sitio Elegido Para la Planta	107
4.5.1. Estímulos Fiscales	109
4.6. Tamaño de la Planta	109
4.6.1. Factores que Determinan el Tamaño de la Planta	110

CAPITULO V ESTUDIO ECONOMICO

5. 1. 0. Inversión de Capital	113
5. 1. 1. Estimación del Capital Fijo	113
5. 1. 2. Capital de Trabajo	114
5. 1. 3. Capital Total	114
5. 1. 4. Costos de Producción	115
5. 1. 5. Costo de Mantenimiento	115
5. 1. 6. Costos de Administración	116
5. 1. 7. Costos de Venta	116
5. 1. 8. Costos Financieros	117
5. 2. Depreciación	117
5. 2. 1. Métodos de Depreciación	118
5.3.Cálculo de las razones financieras del proyecto	141
5.4.Análisis de sensibilidad	142

CAPITULO VI APERTURA COMERCIAL

6. 1. Aspectos de la Globalización	147
6. 2. Las Causas de la Globalización	148
6. 3. Los Mercados Emergentes	148
6. 4. México en la Globalización	148
6. 5. México como Mercado Emergente	149
6.6. El futuro	150
6. 7. Industria manufacturera en México	151
6. 7. 1. Relaciones comerciales	154
6. 7. 2. Incentivos y apoyos para el desarrollo industrial	155
6. 8. La nueva ley de inversión extranjera de 1993.	156
6. 9. Riego país deuda	161

Conclusiones

Bibliografía	169
--------------	-----

Anexos

Tablas	172
--------	-----

Tabla 1.1. Propiedades Físicas y Termodinámica del ácido Láctico	8
Tabla 2.1. 1. Reimportaciones totales de México de ácido láctico	55
Tabla 3.1. Principales elementos para la obtención de ácido láctico	62
Tabla 3.2. Comparación de los procesos de producción del ácido láctico	84
Tabla 4.3. Matriz de localización	108
Tabla 5.1. Depreciación	120
Tabla 5. 1. Flujo neto de efectivos sin financiamiento	125
Tabla 5.2. Flujo neto de efectivos con financiamiento	126
Tabla 5.3. Programa de ventas	127
Tabla 5.4. Costos de producción	128
Tabla 5.5. Gastos generales	129
Tabla 5.6. Financiamiento	130
Tabla 5.7. Depreciación y Amortización	131
Tabla 5.8. Análisis de sensibilidad	144
Tabla II.C. Demanda esperada en función al mercado cambiario	174
Tabla 5.1. Anexo 5. Desglose de la inversión	178
Tabla 5.2. Anexo 5. Servicios Auxiliares	179
Tabla 5.3. Anexo 5. Programa de consumo de materia prima	180
Tabla 5.4. Anexo 5. Capital de trabajo	181
Tabla 6.1. Anexo 6. Indicadores económicos	182

Gráficas

Gráfica 2.2. proyección de la demanda del ácido Láctico	47
Gráfica 2.3. Reimportaciones totales de ácido Láctico	56
Gráfica 2.4. Precio promedio anual de importación	59

Abreviatura

Ad/Valorem	Arancel expresado en términos porcentuales
ALADI	Asociación Latinoamericana de Integración
Bancomext	Banco de Comercio Exterior
BMV	Bolsa Mexicana de Valores
BP	Farmacopea Británica
CMAP	Clasificación Mexicana de Actividades y Productos
CONACYT	Congreso Nacional de la Ciencia y la Tecnología
DCFROI	Flujo de Caja Descortado
D.O.F	Diario Oficial de la Federación
EP	Farmacopea Europea
FCC	Código de Químicos Alimenticios
Fidetc	Fondo de Inversión y Desarrollo para la Modernización Tecnológica
FE	Flujo de Efectivos
FNE	Flujo Neto de Efectivo
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
K.G.L.	Kilogramos Legales
Nafin	Nacional Financiera
N.Y.	New York
NOM	Norma Oficial Mexicana
OMC	Organización Mundial de Comercio
PA	Prueba de Acido
PIB	Producto Interno Bruto
RC	Razón Circulantes
ROI	Rentabilidad Sobre la Inversión
S.H.C.P.	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
S&P	Standard & Poor's
TELMEX	Teléfonos de México
TIR	Tasa Interna de Retorno
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
TLC	Tratado de Libre Comercio
U.S.P.	Farmacopea de Estados Unidos
VPN	Valor Presente neto
VAE	Valor Actual Esperado

Introducción

México es un país con inestabilidad económica y altas tasas de inflación, es considerado como un país de alto riesgo en los proyectos de inversión, por lo tanto por medio de este trabajo se pretende a su finalización el explorar la posibilidad de realizar una inversión en una planta de ácido láctico.

En la actualidad ha surgido un gran interés en el empleo de aditivos alimenticios, ya que son de vital importancia para la industrialización de alimentos, siendo el ácido láctico uno de los principales aditivos utilizados en la industria alimenticia.

Por ser un ácido con ligero sabor, por no enmascarar o predominar entre los sabores de los alimentos. Sin embargo, actualmente el ácido láctico tienen un sin número de aplicaciones en diversas industrias.

El primer objetivo específico pretende determinar si el proyecto de inversión es rentable en sus diferentes etapas de estudio como son:

Primeramente se estudian las características del producto en donde se determinan las propiedades físicas y químicas, los usos del ácido láctico algunos de sus derivados y grados industriales, es importante conocer estas propiedades del producto para establecer la plataforma para llevar a cabo el estudio de mercado que consiste en la cuantificación de la oferta y la demanda que posteriormente esta determinara el precio y la estrategia para la comercialización del producto.

Una vez determinado este punto se realiza un análisis de las tecnologías existentes para la fabricación de ácido láctico, se entenderá por tal el conjunto de conocimientos técnicos, equipos y procesos que se emplean para desarrollar una determinada función de producción. En el momento de elegir la tecnología que se empleará, hay que tomar en cuenta los resultados del estudio de mercado, pues esto dictará las normas de calidad y la cantidad que se requiere, ambos factores influyen en la selección de la tecnología. Otro factor importante que se debe considerar es la flexibilidad de los procesos y equipos, para poder transformar varias clases de insumos lo cual ayudará a diversificar más fácilmente la producción en un momento dado.

Una vez determinada la tecnología y el análisis de mercado se determina la localización de la planta así como el tamaño óptimo de esta, la determinación de un tamaño óptimo es fundamental en esta parte del estudio, en esta parte hay que tomar en cuenta que las técnicas para su determinación son iterativas y básicamente depende de la demanda proyectada, acerca de la determinación de la localización óptima del proyecto, es necesario tomar en cuenta no sólo los factores cuantitativos, como pueden ser los costos de transporte de materia prima y el producto terminado, sino también los

factores cualitativos, tales como los apoyos fiscales, el clima, la actitud de la comunidad, y otros.

La penúltima etapa es el estudio económico. Su objetivo es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica.

Comienza con la determinación de los costos totales y la inversión inicial, cuya base son los estudios de ingeniería, ya que los costos como la inversión inicial dependen de la tecnología seleccionada. Continúa con la determinación de la depreciación y amortización de toda la inversión inicial.

Otro de sus puntos importantes es el cálculo del capital de trabajo, que aunque también es parte de la inversión inicial, no está sujeto a depreciación y amortización, dada su naturaleza líquida.

Cuando se habla de financiamiento es necesario mostrar cómo funciona y cómo se aplica en el estado de resultados, pues modifica los flujos netos de efectivo. En esta forma se selecciona un plan de financiamiento, y se muestra su cálculo tanto en la forma de pagar intereses como en el pago de capital.

También se propone describir los actuales métodos de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la tasa interna de rendimiento y el valor presente neto y son comparados con métodos contables de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero, esta parte es importante, pues es la que al final permite decidir la implantación del proyecto.

La apertura comercial a sido uno de los procesos más importantes de los últimos años, en él último capítulo se trata de analizar los efectos que tiene directamente esta apertura comercial en la inversión de una planta de ácido láctico tratando de buscar los beneficios que se pueden ofrecer por parte de México a este tipo de inversiones, analizando si es viable en el sentido de competitividad y calidad concluyendo si se puede realizar una inversión que además de representar ingresos para nuestro país, se desarrollarían nuevas fuentes de empleo.

El segundo objetivo específico es analizar el comportamiento de esta inversión en condiciones de competitividad en un mercado abierto al comercio exterior, observando las reglas implantadas para el inversionista extranjero así como para el inversionista nacional, denotando las diferencias de una economía cerrada en comparación con una economía abierta.

Capítulo I

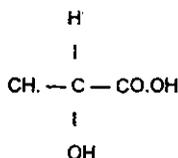
Generalidades del ácido láctico

Generalidades del ácido láctico.

Para poder llevar a cabo una inversión es necesario conocer las características principales del producto sus usos actuales y potenciales en el presente capítulo se mencionan las características del ácido láctico sus propiedades físicas y químicas, así como los métodos de obtención, usos sus derivados y grados industriales así como la recuperación, extracción y purificación.

1.1. Características del producto ácido láctico.

El ácido láctico (ácido 2-Hidroxipropanoico, Ácido α - Hidroxipropiónico, Ácido Etilidiláctico), $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$, de peso molecular 90.08, C H O; C 40.00 %, H 6.71% ó 53.29 %, es un ácido alifático sustituido y pertenece al grupo de los α -Hidroxiácidos, además es el hidroxilácido más sencillo entre los que contienen un átomo de carbono asimétrico. Es conveniente empezar a hablar de ácidos lácticos, debido a que la molécula de ácido láctico contiene un átomo de carbono asimétrico, y este átomo de carbón permite considerar la existencia de dos isómeros -ópticamente activos, el ácido láctico dextrógiro y el ácido láctico levógiro, y además de otro ácido láctico ópticamente inactivo, el cual es una mezcla equimolecular de los dos primeros, una mezcla racémica, o sea que existe en dos formas ópticamente activas y como una mezcla racémica inactiva.



Este ácido orgánico, en una u otra de sus tres formas, está ampliamente distribuido en la naturaleza, lo cual hace a este ácido de interés e importancia. El ácido láctico está presente en muchos productos alimenticios, por ejemplo, el ácido láctico es el principal componente ácido de la leche agria o cortada naturalmente (de ahí se deriva su nombre) y este componente normal en la sangre y los tejidos musculares de los animales. Se han observado valores anormalmente mayores de ácido láctico en la sangre humana en casos de enfermos de neumonía (pulmonía), tuberculosis, y enfermedades del corazón o sea corazón debilitado (colapso, ataque).

El ácido láctico, como un componente sin nombre de la leche cortada debe haber sido conocido por experiencia humana desde los días cuando el primer hombre tenía su

ganado lanar y vacuno. Desde entonces el hombre había observado mucho el agriamiento de la leche; pero fue solamente hasta 1780 en que Scheele descubrió el ácido láctico, la sustancia química que origina este fenómeno. Scheele aisló e identificó al ácido láctico como el ácido principal en la leche cortada aclarando con ello la verdadera naturaleza del agriamiento. El ácido láctico fue descubierto como un producto de fermentación por Blondeau en 1847. A pesar de que otros habían demostrado la naturaleza microbiológica del agriamiento permaneció hasta que Pasteur, (1857), 77 años después del trabajo inicial de Scheele e investigó la fermentación y describió un organismo causante de ello. Fue investigado por Pasteur como uno de sus primeros problemas microbiológicos. Schultze (1868) demostró la presencia de las bacterias de ácido láctico en cultivos de levaduras de las destilerías. Pero no fue sino hasta el año de 1877 en que las bacterias de ácido láctico fueron aisladas en cultivos puros, Lister había aislado el *Streptococcus lactis*.

Durante este mismo período Deibrück estaba esforzándose por determinar la temperatura más favorable para la fermentación del ácido láctico en las destilerías. Él concluye que las temperaturas relativamente altas favorecieron los altos rendimientos de ácido láctico en las fermentaciones bacterianas usando organismos tales como el *Lactobacillus delbrueckii*.

Actualmente sabemos que muchos microorganismos pueden producir al menos pequeñas cantidades de ácido láctico, y que éste ácido está presente en muchos alimentos y bebidas fermentadas.

El ácido láctico ha sido identificado en la fermentación por levaduras y es un componente principal del licor del maíz húmedo el cual es un producto secundario de la industria de la molienda del maíz húmedo. También es encontrado en el jugo gástrico.

El ácido láctico ordinario de fermentación descubierto por Scheele corresponde al ácido láctico inactivo aunque según los azúcares empleados y las enzimas que hayan intervenido en la fermentación puede ser dextrógiros o levógiros.

El ácido láctico Sintético es naturalmente inactivo, ya que las mismas probabilidades existen para que se forme el dextrógiro o el levógiro.

El ácido láctico Dextrogiro o Sarcóláctico se encuentra en muchos órganos animales. Berzelius lo descubrió en el jugo muscular. Se produce durante la fermentación butírica. El Acido láctico juega una parte muy importante en Bioquímica.

El ácido láctico levógiro es producido por la fermentación de la sacarosa debido al *Bacillus acidilaevo lacti* y puede obtenerse también por desdoblamiento racémico (mezcla del dextro y levolácticos).

También muchos químicos ilustres, tales como Liebig, Berzelius, Wurtz, Kekulé, Streecker y Wislicenus han contribuido mucho al desarrollo histórico y clásico de nuestros conocimientos del ácido láctico los cuales fueron fascinantes para ellos a causa de su isomerismo óptico. A través de sus estudios grandes avances fueron hechos en la comprensión científica de la tercera dimensión en la química del carbono.

La mayoría de los primeros estudios del ácido láctico guardaban relación con fenómenos fisiológicos, con la estereoquímica y campos afines.

El primer trabajo, dirigido a identificar y caracterizar los diferentes ácidos lácticos (forma dextrógira y levógira, y la mezcla racémica), fue obstaculizado por sus propiedades físicas desfavorables. Siendo extremadamente solubles en agua y en los solventes orgánicos miscibles con el agua, pero insolubles en la mayoría de otros disolventes orgánicos, los isómeros ópticos del ácido láctico fueron obtenidos solamente con considerable dificultad, y hasta entonces solamente en forma de sólidos de punto de fusión bajo, higroscópicos y generalmente mal definidos.

Sin embargo, últimamente, las formas ópticamente activas del ácido láctico y muchos de sus derivados fueron preparados en estado puro y estudiados intensamente. Estas investigaciones fueron importantes en el desarrollo de la química del ácido láctico, así como de las teorías básicas de la estereoquímica.

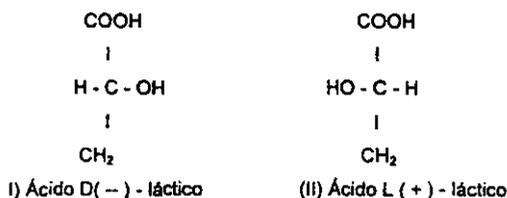
Los descubrimientos en la química del ácido láctico fueron seguidos por métodos fáciles de fabricación comercial y el aprovechamiento de esta materia fácilmente preparada. La manufactura y los usos principales del ácido láctico fueron desarrollados por químicos norteamericanos, y la industria estaba bien establecida en los Estados Unidos antes que la fabricación del ácido láctico fuera emprendida en otros países. La primera fábrica en producir ácido láctico con buen éxito sobre unas bases comerciales fue establecida en Littleton, Massachusetts en 1881 por Charles E. Avery. Esta fue seguida por el establecimiento de varias otras plantas en los Estados Unidos, y subsecuentemente en Inglaterra, Holanda (Países Bajos), y Alemania. La planta más recientemente establecida en 1963 está en el Estado de Texas, donde la Compañía Konsanto está sintetizando ácido láctico a partir de lactonitrilo, un producto secundario a partir de la síntesis del acrilonitrilo. Dos compañías japonesas (Musashino y Daicel) sintetizan ácido láctico por un proceso similar.

En aquel tiempo un esfuerzo estaba siendo realizado para sustituir el lactato de calcio por los tartratos siendo usados en las levaduras en polvo. El intento para reemplazarlos fue desafortunado, pero muchos nuevos usos para el ácido láctico fueron encontrados.

Muchos de los recientes estudios reflejan un interés creciente en los aspectos sintéticos e industriales de la química del ácido láctico y la conversión de abundantes carbohidratos - pasando por el ácido láctico como un intermediario en productos industrialmente valiosos, incluyendo productos químicos intermedios, solventes, plastificantes y resinas.

1.2. Propiedades físicas

Estructura y propiedades físicas. Los dos isómeros ópticos del ácido láctico se presentan en la Naturaleza pero el ácido se obtiene por fermentación en condiciones controladas y por resolución de la forma racémica mediante la sal de zinc y amoníaco o el lactato de morfina. El ácido comúnmente conocido como ácido sarcosoláctico o ácido paraláctico, la forma presente en la sangre, tiene una rotación (+) y configuración L. Por consiguiente es correctamente designado ácido L(+)- láctico (II) y; Su enantiomorfo es el ácido D(-) -láctico (I). En las fórmulas (I) y (II) puede verse la relación de configuración. Sin embargo, las sales del ácido L(+) son levógiras, y las sales del ácido D(-) - son dextrógiras.



El ácido láctico suele obtenerse en forma de líquido siruposo; puede obtenerse en forma cristalina pura, aunque con rendimiento bajo, por destilación a presiones bajas seguidas de cristalización.

En virtud de la facilidad con que el ácido láctico sufre la autoesterificación cuando se calienta, es difícil determinar el punto de ebullición a casi todas las presiones e imposible a la presión atmosférica. Calculado por el método de Kinney, el punto de ebullición del ácido láctico a la presión atmosférica es aproximadamente 190°C. Diversos investigadores han dado los siguientes puntos de ebullición a presión reducida : 119°C a 12mm y 82- 85°C a 1mm.

Las propiedades de la solución acuosa del ácido láctico son especialmente importantes, ya que el ácido suele manejarse en solución. La composición de solución

diluida con menos del 20% de ácido láctico corresponde esencialmente al ácido láctico monómero y agua. Las soluciones más concentradas son complejas en virtud de la autoesterificación de los llamados ácidos polilácticos con diversas longitudes de cadena. La composición del equilibrio del ácido láctico acuoso depende de la concentración. Las propiedades del ácido láctico físicas y termodinámica están referidas en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Propiedades físicas y termodinámica del ácido láctico.

PROPIEDAD	VALOR
Densidad , g/ml a 20°C	1.2243
Viscosidad *, mPa.s(=cP)	36.90
Constante de Disociación, pK _a a 25°C	3.862
Capacidad Calorífica, J/ (gK) ^a Cristalino	1.41
Líquido, 25°C	2.34
Calor de disociación a 25°C, J/mol ^a	-263
Energía libre de disociación kJ / mol ^a	20.9
Calor de solución , L (+) a 25°C,kJ/ mol ^a	7.79
Calor de fusión, kJ / mol ^a Racémica	11.33
L (+)	6.86
Calor de combustión, MJ / mol ^a Racémica	-1.355
L (+)	-1.343
Calor de formación, MJ / mol ^a Cristalino L (+)	-0.693
Solución diluida	-0.686
Energía libre de formación, MJ / mol ^a Cristalino L (+)	-0.522
Líquido racémico	-0.529

* 88.6 % en peso de solución a 25°C.

^a Para convertir J a Cal, dividir entre 4.189.

Fuente: Kirk Othmer. *Enciclopedia de Tecnología Química*, Fourth edition.Vol 13, Editorial John Wiley & Sons pag 1044. (1982).

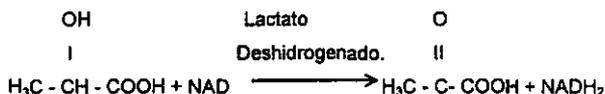
1.3. Propiedades químicas.

Sus dos grupos funcionales permiten una variedad amplia de reacciones químicas. Las clases primarias de estas reacciones son la oxidación, reducción, la condensación, y la sustitución del grupo alcohol.

Oxidación. Oxidación del ácido láctico por agentes oxidantes fuertes tal como permanganato, cromatos, peróxido de hidrogeno, o halógenos de baja activación fotoquímica conduce a la formación de una multitud de productos de descomposición, incluyendo varias cantidades de piruvato, acetaldehído, acetato, dióxido de carbono, etc.

El rendimiento y especificación de los productos depende del tipo del oxidante y el mecanismo de reacción. La producción de estos productos oxidados que usan ácido láctico como una conservador de alimentos no es de interés potencial comercial o sintético.

La oxidación bioquímica de lactato a piruvato por lactato deshidrogenado es una conocida reacción enzimática en el caminos metabólicos.



La reducción. El ácido láctico se ha reducido con el hidrógeno yodo a ácido propílico. El grupo carboxílico puede reducirse al alcohol agrupado por el aluminio hidratado catalítico comúnmente los esteres del ácido láctico se han convertido a propilen glicol por la reducción. Cuando hidrogenación los químicos se usaron ópticamente los esteres activos, la configuración óptica se retuvo en el propilen glicol. Según se dise, la hidrogenación usando como catalizador usando cromato de cobre, la raciazion ocurre en el propilen glicol era ópticamente lánguido.

Los adelantos en catalizadores y el proceso que diseña desarrollo han permitido la conversión de ácidos orgánicos de correspondientes alcoholes con la tarifa y selectividad alta debajo temperaturas moderadas y la presión, así mejorando la economía de proceso.

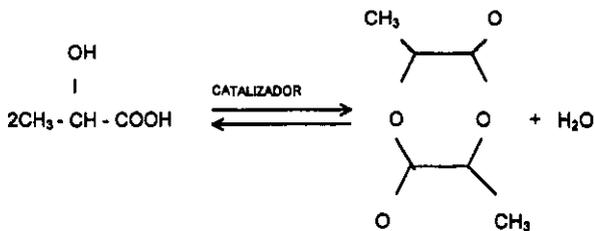
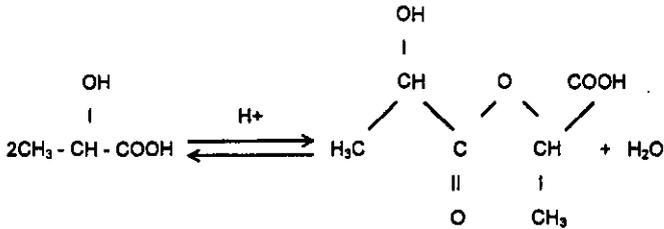
Usando tales procesos para la conversión de lactato a propilen glicol este podría ser un proceso industrial importante en el futuro en la fabricación de grandes volúmenes - químicos industriales desde la fermentación de los carbohidratos renovable.



La condensación. Una variedad de las reacciones de condensación que involucran a los grupos hidroxil y carboxil ocurren con el ácido láctico. las reacciones importantes donde pueden obtenerse alto rendimiento en los productos son esterificación (ambos intramolecular y con otro alcohol o ácido), la deshidratación, y aminolisis.

Porque el ácido láctico tiene ambos grupos funcionales hidroxil y carboxil, experimenta intramolecularmente - esterificación y forma de poliésteres lineales ácido lactolactico y más alto poli(ácido láctico), o el cíclico más opaco 3,6-dimetil p-dioxane-2,5, dione .

Considerando los poliésteres lineales, ácido lactolactico y poli(ácido láctico), se producen debajo la condensación típica condicionando tal como por la remoción de agua en la presencia de los catalizadores, la formación de dilactico con el alto rendimiento y selectividad requieres el uso de catalizadores especiales que son primariamente básicos débilmente.



Dilactide existe como tres estereoisómeros, dependiendo de las configuraciones del ácido láctico y del monomero usado.

Los enantiómeros se forman en donde los grupos de metilo son cis son formados desde dos moléculas ácidas lácticas idénticas, el D - o L -, considerando la dilactide formado desde una mezcla racémica de ácido láctico es el ópticamente inactivo formar meso, con grupo metil trans. Las propiedades físicas del enantiómero dilactide difieren desde those de la forma meso, como hacen las propiedades de los polímeros y copolímeros produjeron desde el respectivo dilactide

Pollactide es el generalmente aceptado el término para altamente polímeros poli (ácido láctico). Los polímeros son producidos comúnmente por polimerización de dilactide. La polimerización del ácido láctico como tal no produce los polímeros altos de peso molecular.

El polímero se produjo desde enantiómeros lácticos son altamente cristalinos, considerando esos desde los lácticos meso son generalmente amorfos.

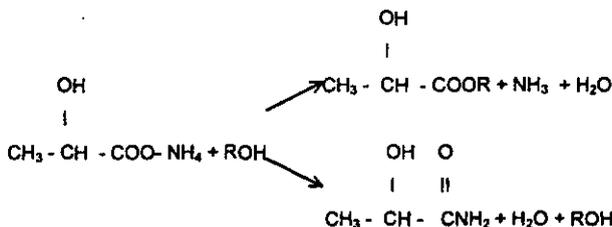
Comúnmente dilactide desde L- ácido láctico se prefiere como una polimerización feedstock a causa de la disponibilidad de L- ácido láctico por fermentación y para el obtener, las propiedades de los polímeros para varias aplicaciones.

Esterificación de los grupos carboxil es otra reacción importante que se usa para recuperar y purificar ácido láctico de sus impurezas desde las soluciones o para producir el éster como el producto deseado de fin. Los varios métodos pueden usarse para preparar ésteres ácido láctico; es importante una serie directa de reacciones con un alcohol, transesterificación de un éster en otro con el alcohol, alcoholisis de amonio lactato solución, y reacción de un metal lactato con el alcaloide. Directo esterificación es comúnmente catalizada por ácidos minerales tal como sulfúricos, clorhídrico, o ácidos fosfóricos o ácido p-toluenosulfúrico: El ácido láctico reacciona con exceso de alcohol bajo el reflujo y el agua formado en la reacción. Con alcoholes más inferiores este método no da rendimiento satisfactorio porque el alcohol volatiliza dando insatisfactorios resultados de reacción. Un método más efectivo ha estado para pasar los vapores del alcohol mediante el ácido láctico, anteriormente se calentaba a una temperatura arriba del punto de ebullición del alcohol. Este método es más eficiente que el reflujo todavía este método se ha usado para la purificación de ácido láctico para el tratamiento de sus impurezas tales como son los caldos de fermentación.

Transesterificación se usa frecuentemente para preparar alcohol más alto ésteres desde metil o etil lactato. Los rendimientos obtenidos son generalmente buenos que tocan desde 65 a 90%. El lactato de amonio en solución concentrada acuosa es convertido a ésteres de amoníaco por alcoholisis a temperaturas que tocan desde 100-200°C que usa una variedad de alcoholes y agua, tal como tolueno, Ésteres de rendimientos se obtuvieron con una eficiencia desde 50-80%.

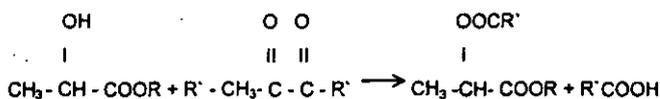
Este método se ha también sugerido como una recuperación y purificación el método desde soluciones impuras de lactato.

Sin embargo, una cantidad considerable del lactato no es convertida a éster y se pierde como lastimare.



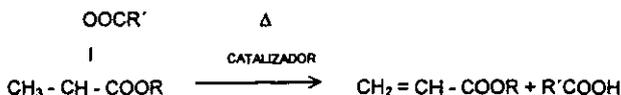
La reacción de un metal lactato (tal como plata lactato) con un alquillo haluros es un método clásico de preparación del éster, pero es demasiado caro para ser de pertinencia comercial. Lactaba es otro, el producto de condensación de alto rendimiento desde el ácido láctico. Puede ser producido por aminolisis de diláctido o lactato éster tal como metilo o el etilo lactato.

La sustitución del grupo de alcohol. Acilación del OH grupo por agentes acilocantantes tal como ácido clorhídrico es uno de los de alto rendimiento, importante sustituto en las reacciones de los grupos hidroxilos (OH), grupos del ácido láctico y su derivados funcionales. Alifático, aromático, y los otros derivados sustitutos pueden producirse.



Varios emulsificantes usado en la panadería y el otro alimento que procesos de aplicación. Tal como stearyl-2-ácido láctico, mono y diglicérido los derivados son los productos comerciales importantes producidos por reacciones de sustitución al grupo OH.

Sobre pirólisis de aciludación de los esteres, los esteres correspondiente al ácido acrílico se produce con la eliminación simultánea del acilación molecular ácida. Esta reacción, cuando se adicióno y desarrollo e integró con la tecnología de producción económica ácida láctica, podría conducir a un proceso económicamente viable para la fabricación ácido acrílico.



1.4. Métodos generales de obtención.

El ácido láctico puede ser manufacturado por fermentación o por síntesis; ambos métodos son bien comprendidos y usados industrialmente en la actualidad. Aunque se han escrito diversos métodos para preparar sintéticamente ácido láctico, éste compuesto aun se fabrica en los Estados Unidos por fermentación. En los Estados Unidos, mas del 85% del ácido láctico que es vendido es hecho por una ruta sintética, y todo el ácido láctico que es producido en Japón es sintético. El ácido láctico producido por los fabricantes europeos, cuya capacidad combinada es aproximadamente la mitad de la capacidad mundial estimada, es producido por procesos de fermentación.

El margen de operación en la fermentación es pequeño, y el costo de un sustrato relativamente puro contra un sustrato impuro debe ser valorado contra el costo de refinación y purificación subsiguiente del ácido según las especificaciones del mercado. Así, la selección del material de arranque debe estar basado sobre el costo total del proceso. El ácido láctico obtenido por fermentación requiere unos carbohidratos no tóxicos de bajo costo, usualmente un subproducto o un material residual y emplea organismos conocidos como bacterias homolácticas pertenecientes al género lactobacillus, aunque en ocasiones emplea a un hongo filamentoso perteneciente al género Rhizopus; mientras que el ácido láctico obtenido por un proceso sintético puede usar un producto químico orgánico el cual es un subproducto o que presenta un problema de eliminación residual, probablemente de origen de petróleo, o posiblemente de carbón.

El ácido láctico es habitual producirlo en la forma más pura posible en la etapa inicial y después se refina el producto

Fermentación

El procedimiento en general consiste en la fermentación de un carbohidrato al que se le ha añadido un mineral adecuado y nutrientes proteicos en presencia de un exceso de carbonato de calcio. Generalmente es preferido usar una concentración de bacterias termofílicas. La fermentación es usualmente conducida en presencia de un gran exceso de carbonato de calcio, el cual neutraliza todo el ácido láctico creado por la fermentación, resultando una solución conteniendo la lactato de calcio y dióxido de carbono; de manera que el pH no llega a ser tan bajo como para inhibir la fermentación. Esta solución es primero alcalinizada con hidróxido de calcio y hervida. El hidróxido de magnesio, la piedra caliza y otros nutrientes e ingredientes que pueden haber estado en el agua, pueden ser eliminados por filtración debido a que precipitan. El líquido filtrado es

acidificado con ácido sulfúrico para regenerar el ácido láctico y para precipitar el calcio como sulfato de calcio, el cual es eliminado por filtración. Este ácido es concentrado y más tarde refinado por una serie de procedimientos.

En la práctica real y el rendimiento teórico de 100% nunca es logrado. Probablemente una porción del carbohidrato es utilizada por el organismo en su metabolismo. Además, se producen otras pérdidas durante el tratamiento subsiguiente, de manera que en la práctica comercial los rendimientos de 85% son considerados normales.

Acido láctico a partir del suero de la leche.

El ácido láctico a partir de la lactosa ha sido producido comercialmente desde el año de 1936 en Norwich, N. Y., en una planta operada por la Compañía de Derivados Sheffield.- ácido láctico grado técnico, y ácido láctico grado U.S.P., Láctalo de Calcio, y lactalo de Sodio son manufacturados a partir del suero de la leche.

Acido láctico a partir del suero del queso.

La producción de lactato de calcio y ácido láctico a partir del suero de la leche libre de albúmina, conteniendo nutrientes adicionales, ha sido descrita por Campbell.

Producción de ácido láctico por fermentación continua.

Un procedimiento para la producción de ácido láctico a partir de la lactosa del suero dulce de la leche sobre una base de semifábrica por fermentación continua fue trabajado por Whittier y Rogers.

Acido láctico a partir del azúcar de almidón de maíz.

La producción comercial de ácido láctico a partir del azúcar de almidón de maíz ha sido descrita por Inskeep, Taylor, y Breitzke (1956).

Acido láctico a partir de melazas de tiras negras.

Un proceso para la producción de ácido láctico (Grado U.S.P. y para plásticos) y lactato de metilo a partir de melazas de tiras negras ha sido descrito por Needle y Aries (1949).

Acido láctico a partir de papas

Un método para la producción de ácido láctico a partir de papas fue descrito por Cordón y asociados.

La producción de lactato de calcio blanco.

Un proceso para la producción de lactato blanco ha sido desarrollado por Daly, Welsh, y Needle. Las características principales de este proceso son el uso de una leche no desnaturalizada como el nutriente y el rápido secado del lactato de calcio producido.

La producción de ácido dextroláctico.

Tatum y Peterson (1935) han descrito un método para la producción de ácido L(+)-láctico en una pequeña escala.

Ácido láctico a partir del licor de sulfito residual.

La producción de ácido láctico a partir del licor de sulfito residual ha sido estudiada por Leonard, Peterson, y Johnson. (1948)

Ácido L(+)-láctico a partir de alcachofas de Jerusalén.

La producción de ácido L(+)-láctico a partir de alcachofas de Jerusalén ha sido estudiado por Andersen y Greves (1942)

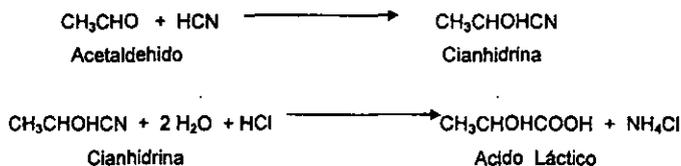
Producción de ácido láctico por mohos (hongos).

Métodos de producción: En general, el ácido L(+)-láctico puede ser producido por concentraciones seleccionadas de mohos por el método de Cultivo superficial o por el método del fermentador rotatorio. La investigación de Ward, Lockwood, Tabenkin, y Weils, indican la superioridad del proceso de fermentador rotatorio sobre el proceso de cultivo superficial.

Síntesis

Hasta 1963 el ácido láctico fue manufacturado en los Estados Unidos solamente por fermentación. En aquel año la manufactura por síntesis fue iniciada por la compañía Monsanto.

La reacción básica para el proceso sintético está basada en la conversión de lactonitrilo en ácido láctico. El lactonitrilo es un subproducto de la síntesis del acrilonitrilo. La reacción de síntesis del ácido láctico fue descubierta en 1863 por Wislicenus quien preparó lactonitrilo a partir del acetaldehído y la cianhidrina (preparado con acetaldehído y ácido cianhídrico) y lo hidrolizó hasta una solución acuosa de ácido láctico crudo. La hidrólisis en medio ácido nos da α -ácido alcoholes (α -hidroxiácidos):



La misma reacción es usada en la actualidad: el ácido láctico es aislado y purificado por esterificación con alcohol metílico, y el lactato de metilo resultante es purificado por destilación. Una vez que el éster de metilo ha sido producido y destilado, puede ser hidrolizado con un ácido fuerte como catalizador para producir en ácido láctico semirefinado. La purificación es realizada por una combinación de vapor, tratamiento de carbón, e integradores de iones. El ácido láctico sintético es producido en tres grados: técnico, alimenticio, y U.S.P., refinado y ajustado en dos concentraciones, 50% y 88% de solución ácida. El ácido láctico sintético es agua-blanca y tiene una estabilidad calorífica excelente.

Otros posibles métodos químicos de sintetizar el ácido láctico incluyen la degradación de azúcares con álcalis (preferiblemente sacarosa con cal o hidróxido de sodio); la interacción entre el acetaldehído y el monóxido de carbono y agua a temperatura y presiones elevadas; hidroformilación del acetato de vinilo, oxidación, e hidrólisis; e hidrólisis del ácido α -cloropropiónico (preparado por clorinación del ácido propiónico). Una síntesis de ácido láctico, basada sobre la oxidación con ácido nítrico del propileno y el cual produce un subproducto de ácido oxálico, ha sido realizada pero no ha sido desarrollada sobre una escala industrial.

Otros métodos para sintetizar ácido láctico están basado sobre la hidrólisis continua de lactronitrilo en una solución acuosa de ácido sulfúrico. El ácido láctico resultante es extraído con éter isopropílico y es recuperado por restricción con agua. El extracto acuoso es concentrado bajo presión reducida 33.3 Kpa (250 mm. Hg.) hasta la concentración deseada.

Los métodos sintéticos son generalmente más caros que la fermentación y debido a esta razón no se emplean mucho.

1.5. Usos del ácido láctico

El ácido láctico tiene muchos usos. Los principales usos del ácido láctico son en productos alimentarios, fermentaciones, y en productos farmacéuticos, aunque tiene numerosos usos industriales en productos no alimenticios de considerable interés en la industria química, los ácidos se añaden a diversos productos alimenticios para conservar el producto disminuyendo el pH y para mejorar el sabor. La mayoría de las bacterias no viven ni se reproducen en medio ácido; por consiguiente, los ácidos impiden casi todas las putrefacciones producidas por las bacterias. Los ácidos se usan en casi toda la industria alimenticia.

En general, el ácido láctico grado comestible es uno de los principales acidulantes y puede usarse en cualquier clase de alimentos o bebidas y sirve como preservativo en tales productos alimenticios. Las siguientes propiedades del ácido láctico grado comestible hacen que sea apropiado en gran variedad de productos alimenticios:

- a) Es relativamente no volátil y prácticamente inodoro.
- b) Todavía tiene un sabor ácido suave agradable que contrasta con el sabor picante y penetrante de otros ácidos alimenticios, haciéndolo un buen acidulante cuando es usado en combinación con materiales aromáticos en alimentos y bebidas.
- c) Sin embargo, es un ácido relativamente fuerte y tiene buen poder preservativo (cuando se usa en una salmuera) o agente de encurtido (cuando se usa con vinagre), e impide los cambios putrefactivos.
- d) No oculta ni domina otros sabores.
- e) En algunos productos alimentarios impide su alteración.
- f) También tiene la ventaja de que distribuido en forma líquida y es fácil de usar.

Uno o más de estas propiedades han contribuido al uso creciente del ácido láctico del grado comestible en los alimentos y remedios para animales siendo usado parcialmente para ajustar el pH en diversos productos tales como: en la fabricación de cerveza, jaleas y mermeladas, en la fabricación del queso, la manteca, las claras de huevos desecadas, aceitunas, extractos saboreadores, jugos de frutas y esencias, limonadas, jarabes, en la fabricación de bebidas carbonatadas no alcohólicas, alimentos para bebés, mayonesas, confituras, dulces, nieves y sorbetes. Puede ser también usado como un sustituto para el ácido tartárico y ácido cítrico.

El ácido láctico es usado en la fabricación de cerveza para acidular mostos y para ajustar el pH del agua dura. También es usado para inhibir el desarrollo de las bacterias de ácido butírico en la manufactura de la cerveza durante la fermentación. Puesto que el ácido láctico es formado naturalmente en la fermentación de la mayor parte de la cerveza, el ácido láctico es preferido en lugar de otros ácidos para estos propósitos. El pH de la jalea debe ser ajustado alrededor de 3.1 a 3.4 para asegurar el cuajado adecuado. El suave sabor del ácido láctico produce un producto de mejor sabor que la mayoría de otros ácidos alimenticios y también hace que la jalea coagule más lentamente. El uso del ácido láctico elimina la necesidad de un proceso de disolución distinto tal como el requerido cuando el ácido cítrico o ácido tartárico son utilizados.

El pH de los quesos procesados es generalmente ajustado a 4.8 a 5.1 con ácido láctico como una medida preservativa. Pequeñas cantidades son adicionadas a la manteca no salada por la misma razón. El ácido láctico es la selección natural debido a que es normalmente encontrado en todos los tipos de productos de la leche agriada.

El ácido láctico es usado para ajustar el pH de las claras de los huevos antes de que sean secadas. Aun pH de casi 4.8 las claras llegan a ser bastante delgadas para permitir el fácil asentamiento de trozos de cascarón y otras partículas extrañas. Así, el ácido láctico asiste en la eliminación de éstas partículas indeseables.

El ácido láctico también es usado como un acidulante por un gran número de otros alimentos, tales como sopas, sauerkraut (col agria o berza fermentada), carne

picada, adobos, salmueras, escabeche, conservas en vinagre, en la preparación de encurtidos, pectina líquida, azúcar cande, y en los productos de panadería y/o repostería, y de la misma manera en alimentos ácidos en conserva.

El ácido láctico puede ser usado en la curación de la carne y en productos vegetativos y pescado enlatado.

En el empaquetado de aceitunas del tipo estándar, el ácido láctico es el ácido de selección para ajustar el pH de la salmuera en la manufactura de aceitunas verdes en vinagre.

Da una salmuera clara y resulta en vida prolongada en anaqueles y sabor perfeccionado.

El ácido láctico también se utiliza en las alcachofas y otros productos para hacerlo cocer a temperaturas bajas, y él los espárragos y otras hortalizas para que no se oscurezcan al cocerlos. En mayonesas el ácido láctico puede ser usado para detener los desperdicios bacterianos. Las aves de corral que son tratadas con ácido láctico muestran menos tendencia para deshidratarse en almacenamiento. El ácido láctico también es usado en combinación con otros alimentos ácidos para mejorar el sabor de bebidas carbonatadas de jugo de frutas.

También es reportado que es excelente en la acidificación de jugo de frutas para la producción de vino.

En las nieves y los sorbetes suele usarse ácido láctico para producir el sabor picante. La cantidad de ácido varía según la cantidad de azúcar y según la cantidad de ácido de fruta contenido en las combinaciones de frutas que se ponen en el producto. Un total de no menos de 0.30 % ni más de 0.40 % calculado como ácido láctico, suele ser necesario para dar sabor picante satisfactorio cuando el contenido de azúcar es de 28 - 32 % los sorbetes requieren algo más que las nieves.

El ácido láctico es especialmente adecuado para la manufactura de sorbetes y bebidas efervescentes porque no oculta los delicados sabores de frutas usados en estos productos. Además, no hay peligro de cristalización en el producto terminado.

En todas estas aplicaciones su función primaria es impartir un sabor ácido. Otra vez su ventaja es su suave sabor y fácil manejo de forma líquida. El ácido láctico como nutriente de levaduras puede ser asimilado por el *Sacharomyces cerevisiae* en condiciones de aereación energética. La importancia práctica se ve en la fabricación industrial de levadura.

En la industria química, el ácido láctico grado crudo o técnico tiene uno de los usos industriales más grandes en tenería como un agente descalcante en la industria del curtido de cuero, el cual se ha usado desde hace mucho tiempo como acidulante para descalcificar las pieles, para remojar e hinchar el cuero para suelas y el curtido vegetal. El

ácido láctico es considerado superior a los ácidos minerales más ásperos porque incluso en trabajadores inexpertos encuentra dificultades para dañar una piel con ácido láctico.

Hay varios usos en el campo textil. El ácido láctico crudo es usado en la tintura ácida de ciertos tipos de buenas lanas, particularmente el verde oliva pardusco usado en el ejército, la seda y otros artículos textiles. El ácido láctico es usado en el proceso de mordiente crómico del tinte de la lana porque reduce el cromato contenido en la lana previene la oxidación de la fibra. El lactato de amonio es usado como un catalizador en la aplicación de varios tipos de resinas terminadas para rayón y buenos algodones. El ácido láctico es preferido como el controlador de pH durante los procesos de revestimiento de celofán. El ácido láctico también es usado número de operaciones de acabado textil.

En la litografía. El ácido láctico es un ingrediente estándar en el desarrollo de soluciones de gravado profundo. La fórmula básica contiene 3.5 a 4 % de ácido láctico y casi el 40 % de cloruro de calcio disuelto en agua. Sin embargo, hay numerosas modificaciones de esta fórmula. Cualquier grado, el técnico de 44% o el comestible de 50% son satisfactorios, aunque algunas fabricas están usadas en una formulación ácida para fabricar un electrolito para la preparación de superficies para gravados en impresión offset.

El ácido láctico puede fácilmente ser incorporado en las formulaciones para limpieza ácida y de compuestos pulidores. Es no volátil, inofensivo a la madera, y no cristaliza, ya que estas propiedades son importantes en este tipo de aplicación. El ácido láctico ha sido usado como un promotor de flujo en la preparación de las membranas de acetato de celulosa y es usado en el tratamiento de la madera.

El ácido láctico es algunas veces adicionados el ácido clorhídrico usado para el tratamiento de acidificación de pozos de petróleo y agua. Su propósito aquí es el de incrementar la solubilidad del hierro contenido en la piedra cali.

El ácido láctico es usado en cemento impermeabilizante al agua. Otros usos del ácido láctico en productos no alimenticios incluyen aplicaciones en adhesivos, en galvanoplastia y electropulimiento, en insecticidas y fungicidas, en plásticos y resinas, tintas especiales, y como un fúndante para soldaduras de estaño.

Todos los grados y concentraciones del ácido láctico son usados en varias aplicaciones industriales. Algunos fabricantes usan el grado comestible y otros pueden usar el grado técnico para lo que parece ser el mismo proceso. Esto es particularmente cierto en el campo de los plásticos en la manufactura de resinas de naturaleza fenolformaldehído.

El ácido láctico reacciona con anhídrido maleico para formar ácido carboximetoxisuccínico. También es usado en una formulación para producir un antiácido soluble en agua de sales de magnesias y aluminio. Su habilidad para formar

ácidos poliácticos poliméricos encuentra aplicación en la producción de resinas. En la fabricación de resinas de fenol-formaldehído, el ácido láctico es útil para neutralizar el catalizador alcalino, ya que se forma una sal no cristalizable, la cual no perjudica a la transparencia y a la resistencia de la resina.

En esta aplicación es requerido un ácido láctico muy puro y esencialmente libre del hierro como el ácido - agua - blanca en la industria del plástico.

El ácido láctico es un reactivo de flotación y se usa en forma líquida. La cantidad usada es de 0.125-0.50 kg./Ton. y su aplicación ordinaria es como depresor.

El ácido láctico es también usado en el campo farmacéutico como lactato de calcio para terapia con calcio. También se emplea en la producción de otras sales, las cuales analizaremos en la parte correspondiente a derivados del ácido láctico.

El ácido láctico también es la materia prima usada para la preparación de ésteres, tales como lactatos de metilo, etilo y n-butilo, los cuales son usados como disolventes de lacas y pequeñas cantidades de ellos se usan directamente en plásticos.

Durante y después de la Segunda Guerra Mundial, nuevas aplicaciones potenciales para el ácido láctico y sus derivados han sido encontradas.

Así, se ha descrito el uso del ácido láctico como un extendedor de glicerol en resinas asquídicas. También se ha descrito la preparación de revestimientos por la reacción del ácido poliáctico con aceites secantes o con pequeñas cantidades (1 - 6 %) de sales de metales polivalentes, tales como el aluminio, cromo, cobalto, hierro, plomo, manganeso, torio, estaño, titanio, y zinc. La adición de dicitropentadieno a ácido láctico resulta en la formación de un éter-éster dihidrodicitropentadienilico del ácido láctico. Este éster absorbe rápidamente el oxígeno del aire, especialmente en presencia de secantes, para dar una película insoluble de barniz comportándose en este respecto como los aceites secantes. Este éter-éster puede polimerizarse también calentándose con peróxido hasta obtener un aceite viscoso auto oxidable.

Muchos ésteres lácticos de punto de ebullición alto han sido evaluados preliminarmente como plastificantes para resinas. Los ésteres mixtos del ácido láctico y del ácido adípico de los tipos: $\text{ROOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOCH}(\text{CH}_3)\text{COOR}$ y $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}(\text{CH}_3)\text{COOR})_2$ han mostrado ser plastificantes eficientes para copolímeros de cloruro de vinilo. Mezclas de tales ésteres fueron preparadas para esterificación de un lactato de alquilo con ácido adípico (u otro ácido dibásico, tal como el ácido sebásico). El ácido láctico y el lactato de metilo usado con un alcohol son equivalentes al lactato de alquilo en esta esterificación.

La más nueva utilización principal del ácido láctico es en la producción de polímeros y diferentes ésteres grasos del ácido láctico para ser usados en el mejoramiento de la pasta.

El principal uso para el ácido láctico sintético grado alimenticio es en la fabricación de estearoil-2-lactilatos de calcio y sodio para la industria de la repostería. Solamente el ácido láctico producido sintéticamente tiene la claridad del agua - blanca y la estabilidad calorífica alta necesaria para fabricar estos y otros alimentos emulsores. El estearoil-2-lactilato de calcio-((estearil-lactil-lactato-)₂ Ca)-. Aumenta la tolerancia de mezcla en las masas. La procesa más fácilmente y mejora la calidad de las levaduras impregnadas en productos de panaderías en las cuales es ampliamente usado. Esta sal de calcio tiene muy poca habilidad de emulsificación en los sistemas agua - aceite. Sin embargo hay poca necesidad para las propiedades emulsificantes para el pan y las sales de calcio exhiben buen acondicionamiento de masa la cual no es observada con otros lactilactatos de acxil. Sin embargo, para una mayor grasa, la levadura impregnada en el producto cocido, el estearoil-2-lactilato de sodio es usado debido a que es un acondicionador de la masa y un emulsificador. Otros lactatos son usados en mezclas preparadas y varios productos homeados sin levadura.

Los ésteres grasos del ácido láctico lactilato de mono- y diglicéridos son usados en presencia de mezclas de pastas y otros productos de panaderías y en materias grasas líquidas.

En las preparaciones de mezclas de pastas de gliceril lactoplamitato mejora la textura de la pasta, y el gliceril lacto estearato aumenta el volumen de la pasta y permite tolerancia en la mezcla.

El ácido láctico ha sido reportado que es un buen bactericida efectivo pulverizado en el aire. Un nuevo germicida conteniendo lactato de n-dodecilamina y salicilato de n-dodecilamina ha sido probado como desinfectante, fungicida, antiséptico, y agente resistente a la mancha de humedad. Los lactatos de alquilo amina con óxido mercuríco amarillo son solicitados por ser útiles como germicidas, bactericidas, o fungicidas.

Varios derivados del ácido láctico parecen tener considerables eficiencias como repelentes contra los mosquitos. Dos de los derivados más prometedores son lactato de n-octilo y lactato de 2-butoxietilo.

1.6. Derivados del ácido láctico

Sales

De las sales del ácido láctico que se encuentran disponibles en el comercio (de calcio, sodio, antimonio, cobre, hierro y estroncio), las más importantes y las más ampliamente usadas son el lactato de calcio y el lactato de sodio. Estas sales pueden ser preparadas como productos primarios de la fermentación controlando el pH durante la fermentación con carbonato de calcio o carbonato de sodio. Las sales del ácido láctico también pueden ser preparadas convenientemente por la reacción de neutralización

del ácido libre con carbonatos o hidróxidos metálicos. Los lactatos también tienen usos importantes.

Lactato de Calcio, $(\text{CH}_3\text{CHOHCOO})_2\text{Ca}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$, peso molecular 308.3; cristaliza como pentahidrato incoloro, el cual es ligeramente fluorescente y pierde agua de hidratación a 100-120 °C. El hidrato tiene una solubilidad de 3.1 g. en 100 g. de agua a 0°C., 5.4 g. a 15°C., y 7.9 g. a 30°C, pero es muy soluble en agua caliente. El lactato de calcio es ampliamente usado en medicina en la terapia, a base de calcio al organismo y ha sido empleado como un coagulante de la sangre en el tratamiento de las hemorragias y es administrado antes de las operaciones dentales para inhibir el sangrado. Tiene numerosas aplicaciones alimenticias, por ejemplo, inhibe o suprime la decoloración de muchas frutas y vegetales y mejora las propiedades de la leche en polvo seca, la leche desnatada azucarada, y los productos alimenticios cocidos. También es usado para secar el queso cuajado para el Queso Suizo. Las soluciones de azúcar pueden ser convertidas en jaleas por la adición de lactato de calcio. Esta sal se ha descrito como un agente conveniente para dar consistencia a las manzanas durante el procesamiento. El lactato de calcio también es usado como un agente gelatinizante en budines y pasteles rellenos y es usada para acelerar la curación de productos de carne. El lactato de calcio también se emplea principalmente en la fabricación de las levaduras en polvo, en la panificación y en los productos farmacéuticos.

Lactato de Sodio, $(\text{CH}_3\text{CHOHCOO})_2\text{Na}$, peso molecular 112.1; es muy higroscópico y por lo tanto siempre es vendido en solución acuosa en las calidades: Técnico de 50%, comestible de 50% y comestible de 60%.

Es difícil obtener la sal cristalina porque es muy higroscópica y extremadamente soluble en agua y en alcohol. Por su higroscopicidad, el lactato de sodio es altamente adaptable como un sustituto del glicerol sobre todo cuando este último escasea o tiene precio alto, por ejemplo, como un plastificante y como un humectante en el papel y en los textiles. También el lactato de sodio es empleado para ayudar a retener la humedad en algunos productos como el tabaco. Sin embargo el uso más grande del lactato de sodio es para alimentación intravenosa en el tratamiento de conmoción, en donde se requiere una solución de lactato de sodio muy altamente purificado.

Otras sales

Lactato de Aluminio, $(\text{CH}_3\text{CHOHCOO})_3\text{Al}$, un sólido granular, muy soluble en agua, se usa como un antisudorífico.

Lactato de antimonio, $(\text{CH}_3\text{CHOHCOO})_3\text{Sb}$, es usado como mordiente en la tinción de textiles.

Lactato de cobre, (lactato cúprico), $(\text{CH}_3\text{CHOHCOO})_2\text{Cu}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$, el cual es soluble en agua, puede ser usado en baños de galvanoplastia (para el depósito electrolítico de metales).

Lactato de hierro, (lactato ferroso), $(\text{CH}_3\text{CHOHCOO})_2\text{Fe}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$, el cual también es soluble en agua, se usa para el tratamiento de anemia, como un ingrediente de tónicos y en alimentos para niños o sea en la fabricación farmacéutica.

Lactato de titanio, es usado para revestir con vidrio para ayudar en la prevención de rasguños o abrasión durante la manipulación mecánica o producción de líneas.

Lactato de zirconio, es usado por la industria de los cosméticos como un antitranspirante.

Lactato de estroncio, $(\text{CH}_3\text{CHOHCOO})_2\text{Sr}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$, encuentra también algún uso en medicina.

Lactato de potasio, es muy higroscópico y se usa como sustituto del glicerol.

Esteres

Para la producción comercial de los lactatos de metilo, etilo y n-butilo se usan los procedimientos convencionales de esterificación con gran rendimiento. El ácido láctico es usualmente el material de arranque; sin embargo pueden ser usadas también las sales del ácido láctico a partir de las cuales se libera el ácido con ácidos minerales. En el caso del lactato de metilo, el ácido poliláctico es un intermediario más conveniente que el ácido láctico, porque el éster es formado en parte por esterificación y en parte por reacciones de alcoholísis. Por este método, el problema de separar el lactato de metilo del agua puede ser prácticamente eliminado usando ácido poliláctico de un grado de polimerización moderadamente elevado. El lactato de etilo se prepara no solamente a partir del ácido láctico de fermentación, sino también sintéticamente con cianhidrina de acetaldehído (lactonitrilo) el cual reacciona con alcohol etílico y producen lactato de etilo. Del mismo modo, el lactato de metilo puede ser producido por la reacción del metanol con una solución acuosa de lactonitrilo usando un catalizador ácido.

El ácido láctico puede ser convertido suavemente en acrilato de metilo por medio de la siguiente secuencia de reacciones: esterificación hacia lactato de metilo, acetilación, y pirólisis a 550°C .

Aunque los derivados del ácido láctico tienen punto de ebullición elevado, los varios ésteres y éteres tienen alto poder de solvente. Un número de usos potencialmente importantes incluye: la preparación de lacas, barnices, tintas y aerosoles. El alto poder solvente de los derivados del ácido láctico es debido a la presencia de dos o tres de los siguientes grupos: hidroxil-alcohólico, éster, y éter.

Muchos ésteres del ácido láctico han sido reportados en la literatura. Algunos de estos son líquidos con punto de ebullición elevado y con propiedades interesantes han sido evaluados preliminarmente como plastificantes para plásticos de celulosa y resinas de vinilo. También se han descrito muchas mezclas azeotrópicas de lactato de metilo y de lactato de etilo.

La hidrólisis de los ésteres lácticos ha sido estudiada extensamente. En general, la rapidez de la hidrólisis de ésteres de ácidos orgánicos es aproximadamente proporcional a la fuerza del ácido orgánico. Los ésteres lácticos son hidrolizados más rápidamente que los ésteres propiónicos correspondientes. La rapidez de la hidrólisis alcalina (saponificación) de los lactatos *n*-alquílicos disminuye a medida que aumenta el tamaño del grupo alquilo; la diferencia más acentuada en la rapidez está entre el metilo y el etilo. La rapidez de la hidrólisis catalizada con ácido de los lactatos *n*-alquílicos hasta el butilo es virtualmente independiente del grupo alquilo y lo propio sucede sustancialmente en el caso de la hidrólisis no catalizada. Los ésteres lácticos de alcoholes secundarios son considerablemente más resistentes a la hidrólisis que aquellos de los alcoholes primarios correspondientes.

Los lactatos de metilo, etilo y butilo son acetilados fácilmente con anhídrido acético para producir los derivados acéticos los cuales son ligeramente solubles en agua y hierven a aproximadamente 25°C más alto que el éster láctico correspondiente.

Lactato de Metilo, (CH₃CHOHCOOCH₃) , peso molecular 104.10 ; punto de fusión p.f. = 66°C; punto de ebullición p.eb.760 = 145°C.; eb.10 = 42°C. ; d₄ 20 = 1.0939 g/cm³ ; n_d 20 = 1.4239; viscosidad, 2.94 centipoises a 20°C; miscible con agua, destila como una mezcla azeotrópica (aproximadamente 25 % del éster, p.eb., 99°C.). Es en muchas consideraciones un derivado clave y potencialmente importante del ácido láctico. Los ésteres lácticos de los alcoholes superiores pueden ser preparados fácilmente por alcoholólisis (transesterificación) del lactato de metilo con el alcohol apropiado. Además, la recuperación del ácido láctico a partir del líquido crudo de fermentación en forma del éster de metilo puede ser un método práctico para la purificación del ácido láctico. El lactato de metilo es también un compuesto intermedio clave en la conversión del ácido láctico en ésteres acrílicos.

El lactato de metilo puede ser acetilado con ácido acético o anhídrido acético para producir α -acetoxipropionato de metilo o ácido α -acetoxipropiónico como el producto predominante. En la amonólisis el lactato de metilo es considerablemente más reactivo que los lactatos de alquilo superiores. La cinética de la esterificación de ácido láctico de 85% y de 44% con metanol ha sido reportada en la literatura. la reacción no es una

reacción sencilla de primero, segundo o tercer orden. También se ha estudiado el efecto de la temperatura, la concentración del ácido mineral catalizador y la razón molar del ácido láctico y el alcohol.

Lactato de Etilo, $\text{CH}_3\text{CHOHCOOCH}_2\text{CH}_3$, peso molecular 118.13, punto de fusión p.f. = -25°C ; punto de ebullición p.eb.760 = 154°C ; eb.10 = 51°C ; d_4^{20} = 1.0348 g/cm^3 , n_D^{20} = 1.4132; viscosidad, 2.61 centipoises a 20°C ., es miscible con el agua. Los ésteres lácticos de los alcoholes superiores pueden ser preparados fácilmente por alcoholólisis (transesterificación) del lactato de etilo con el alcohol apropiado. El lactato de etilo puede servir también como un éster volátil en la purificación del ácido láctico. El lactato de etilo es usado en solventes para lacas y también es usado algunas veces como un lubricante en la fabricación de tabletas medicinales y cubierta de tabletas.

Lactato de n-butilo, $\text{CH}_3\text{CHOHCOO}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$, peso molecular 146.18; punto de fusión p.f. = -43°C ; punto de ebullición p.eb.760 = 187°C ; eb.10 = 75°C .; d_4^{20} = 0.9837; n_D^{20} = 1.4217; presión de vapor a 20°C ; 0.4 mm. Hg; viscosidad, 3.58 (centipoises a 20°C .; Tensión Superficial, 30.6 dina/cm. a 20°C ; punto de inflamación copa tag abierta), 75.6°C . (168°F) : es soluble en agua en la proporción de 4.38 $\text{g}/100$ ml. a 25°C . El lactato de butilo es usado como disolvente de punto de ebullición alto en las formulaciones de lacas.

Es un solvente poderoso para nitrocelulosa, acetato butirato de celulosa, etil celulosa, lacas, ciertos grados de polímeros de vinilo, y otras gomas y resinas así como tintas y colorantes. La alta tolerancia de esta solución de nitrocelulosa para el alquitrán de hulla y diluyentes del petróleo hace al lactato de butilo excepcional en la clase de solventes de punto de ebullición elevado,

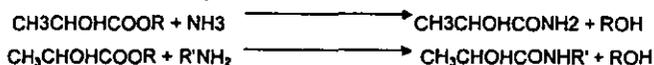
Lactida, Es el éster cíclico dimérico del ácido láctico. A causa de la baja solubilidad y lenta velocidad de la hidrólisis de la lactida en agua puede ser usada como un acidificador suave continuo en los sistemas acuosos. En los sistemas anhidros la lactida es neutra y relativamente no reacciona. Sin embargo, reacciona y neutraliza las materias alcalinas presentes o formadas en tales sistemas. Por consiguiente, la lactida es usada, como un componente neutro en sistemas anhidros donde pequeñas cantidades de alquilo pueden formar durante la reacción o almacenaje, y deben ser neutralizados inmediatamente. Su única estructura también sugiere su uso como un intermediario químico.

Los éteres del ácido láctico, los cuales pueden ser representados por la fórmula general $\text{CH}_3\text{CHOR.COOH}$ y los cuales son insolubles en agua, pueden ser usados como solventes, plastificantes, y modificadores en la manufactura de tintas, plásticos, y lacas. Los ésteres del ácido láctico, los cuales tienen la fórmula general $\text{CH}_3\text{CHOH.COOR}$, pueden ser usados para muchos de los mismos propósitos como

los éteres. Los ésteres mayores, por ejemplo, el butil-éster, amil-éster, y lauril-éster, poseen mayor estabilidad que los ésteres menores, son insolubles en agua, y por consiguiente son más deseables que los segundos.

Amidas

Las amidas del ácido láctico, lactamidas, se preparan fácilmente por la reacción de los ésteres lácticos con amoníaco y aminas:



La reactividad de los ésteres lácticos para la amonólisis es considerablemente mayor que la de los ésteres de ácidos alifáticos no sustituidos, excepto el ácido fórmico. El lactato de metilo es el éster láctico más reactivo hacia la amonólisis; el rendimiento es casi cuantitativo. Muchas lactamidas sustituidas han sido preparadas por aminólisis del lactato de metilo.

Las alquilaminas primarias reaccionan fácilmente y casi cuantitativamente a la temperatura ordinaria. Las aminas secundarias, con pocas excepciones, no son convenientes para esta reacción. Las excepciones notables son la dimetilamina, la morfina, la piperidina, la pirrolidina, y la dietanolamina, las cuales dan rendimientos muy elevados. Sin embargo, las lactamidas derivadas de las aminas secundarias no reactivan fueron obtenidas fácilmente por deshidratación de la sal amina del ácido láctico por codestilación con un solvente de punto de ebullición elevado, tal como el xileno.

Las lactamidas N-alquil-sustituidas son en general sólido de punto de fusión bajo y con punto de ebullición elevado. Los miembros más bajos, metil-lactamida, etil-lactamida, n-propil-lactamida y n-butil-lactamida, son muy solubles en agua, mientras que los miembros más altos son solo ligeramente solubles en agua. Las lactamidas N-hidroxiálquil-sustituidas, por ejemplo N-2-hidroxietyl-, N-N-bis(2-hidroxietyl-) y N-2-hidroxi-propil-lactamida, son líquidos viscosos solubles en agua con propiedades higroscópicas.

La lactamida es un compuesto cristalino blanco. la lactamida racémica hierve a 76.4 - 77.6°C., pero el punto de fusión es severamente influenciado por las impurezas. Las lactamidas son muy solubles en agua y en etanol y es ligeramente soluble en éter etílico y benceno. La densidad de una solución acuosa 50% de lactamida a 25°C. es 1.093 g/cm³. La lactamida sólida tiene una densidad de 1.138 g/cm³ a 25°C.

1.7. Grados industriales del ácido láctico.

El ácido láctico es vendido en la actualidad en varios grados comerciales enumerados por orden creciente de calidad:

1. Ácido láctico grado "crudo" o "técnico", claro u oscuro, es un producto colorido preparado para uso comercial en concentraciones de 22, 40, 50, 66, 80 y 88 %. Este grado de ácido láctico puede ser preparado por la acidificación directa del líquido fermentado empleando ácido sulfúrico. Este grado de ácido láctico contiene muchas de las impurezas del medio de fermentación, y encuentra muchos usos industriales donde la pureza del producto no es tan esencial. La cantidad y la naturaleza de las impurezas en el ácido láctico final depende del sustrato inicial, así como del método de fabricación y del grado de refinación.

2. Ácido láctico grado comestible o para tratamiento de productos alimenticios, es de color paja y es vendido a 50, 80 y 88 % de concentración. Así que recibe refinación adicional por encima de aquellas realizadas al ácido láctico grado técnica. Existen dos métodos generales para la fabricación de ácido láctico grado comestible. En uno de ellos el sustrato (azúcar) es un carbohidrato refinado de manera que el producto de fermentación requiere un mínimo de refinación, y en el producto lactado o ácido láctico requiere de más extensa purificación.

3. Ácido láctico para plásticos es comercializado de 50 y 80% de concentración.

4. Ácido láctico grado U.S.P. puesto en venta a no menos de 85%, ni más de 90% de concentración. Las especificaciones de la Farmacopea de los Estados Unidos para el ácido láctico son muy estrictas. En comparación con la relativa facilidad de producción de ácido láctico, la purificación para grado U.S.P. es bastante difícil. Por lo menos los tres siguientes procedimientos básicos para la producción de ácido láctico grado U.S.P. son realizables: Uno de ellos es la extracción con disolventes. Un segundo procedimiento, es la destilación con vapor de agua bajo alto vacío; y el tercer procedimiento es la destilación de un éster volátil, tal como el lactado de metilo.

5. Ácido láctico grado reactivo analítico de muy alta pureza para análisis químicos. Las normas pueden ser establecidas por los consumidores, los requisitos dependen del uso que se hará del ácido láctico. El color, el sabor, y el olor son importantes, además del contenido de cenizas. Es de suma importancia que los iones calcio y sulfato estén en equilibrio químico. La proporción de ácido sulfúrico libre tiene que ser despreciable.

La tecnología de la producción del ácido láctico se ha perfeccionado hasta el punto de que es posible producir cualquier calidad exigida por el mercado. Los

perfeccionamientos técnicos que se introduzcan serán principalmente para reducir el costo de producción.

1.8. Recuperación, extracción y/o purificación del ácido láctico.

La tecnología de la recuperación del ácido láctico a partir del licor de fermentación varía considerablemente, dependiendo del grado o calidad del ácido láctico que se desea obtener.

En la purificación de ácido láctico, el objeto es eliminar todos los ingredientes que contienen impurezas. Estas pueden incluir azúcar no fermentada, sustancias nitrogenadas, materia colorida, sulfato de calcio o sulfato de sodio, y otras sales.

El ácido láctico es recuperado del líquido fermentado en una larga serie de tratamientos físicos y químicos.

Varios métodos o procedimientos pueden ser empleados para la recuperación y purificación del ácido láctico:

a) Un método de recuperación y purificación del ácido láctico es por la acidificación directa del líquido fermentado empleando ácido sulfúrico. En este proceso el líquido fermentado resulta de un sustrato relativamente impuro de carbohidrato, el cual es acidificado con ácido sulfúrico para eliminar el calcio a partir del lactato de calcio derivado del caldo de fermentación después de haber sido calentado y filtrado, seguido posteriormente por filtración, concentración, y refiltración para eliminar el sulfato de calcio adicional y otras impurezas suspendidas. La concentración por evaporación se realiza para obtener la concentración deseada del ácido láctico grado crudo ó técnico.

Otros métodos para la recuperación y purificación del ácido láctico pueden ser:

b) En el primer caso, la papilla de fermentación esta compuesta de un azúcar altamente refinado o jarabe, un mínimo de material nutriente, y carbonato de calcio relativamente puro. Después de que la fermentación ha terminado, el líquido es acidificado con ácido sulfúrico y el sulfato de calcio se separa por filtración. El ácido láctico de color claro es entonces concentrado y refinado por tratamiento con carbón activado y/o resina de intercambio de iones. Si es necesario, el hierro y el cobre pueden ser eliminados en este punto por precipitación en forma de ferrocianuros añadiendo la cantidad estequiométrica de ferrocianuro de sodio o ferrocianuro de calcio. El carbón y los ferrocianuros de metales pesados se separan por filtración, y el ácido láctico es diluido hasta la concentración apropiada de un ácido grado comestible o para tratamiento de productos alimenticios.

c) En el segundo tipo de proceso el sustrato es un carbohidrato de bajo precio, tal como los residuos de la fabrica de conservas alimenticias, melaza (miel de cana), suero de la leche, etc. Un método de purificación de ácido láctico es por el proceso de cristalización

del lactato de calcio. En este procedimiento el líquido de fermentación calentado y filtrado al terminar la fermentación contiene lactato de calcio crudo y clarificado. El líquido se concentra hasta aproximadamente 25% de sólidos por evaporación a temperaturas elevadas. Esta solución es entonces enfriada para permitir la cristalización del lactato de calcio. El producto cristalino es separado por filtración o centrifugación y se vuelve a disolver en agua. Después se acidifica con ácido sulfúrico y también se le adiciona carbón decolorante y agentes químicos. El sulfato de calcio y otras materias precipitadas son filtradas para ser eliminadas. Los precipitados son lavados en el filtro y la pasta filtrada es eliminada, el líquido filtrado y los lavados constituyen una solución de ácido láctico crudo de color claro. Después se concentra dicho ácido en un evaporador de vacío. Al ácido concentrado se le enfrenta noria, suficiente cal y ácido sulfúrico. Nuevamente agentes químicos son adicionados para eliminar hierro y cualquier metal pesado todavía presente. La mezcla es filtrada, se concentra, se enfría, se deja que se produzca la cristalización, y se separan los cristales. Repitiendo esta operación el ácido láctico se ajusta a la concentración deseada. Por este proceso son obtenidos ácido láctico grado comestible, grado U.S.P. y un grado plástico.

d) En un procedimiento alternativo de refinación patentado por Jeneman, el ácido láctico libre es extraído directamente a partir del líquido impuro de fermentación calentado y filtrado, por el uso de varios disolventes, uno de los cuales es el éter isopropílico, seguido por la reextracción del ácido láctico a partir del éter isopropílico con agua. En este proceso, la solución concentrada de ácido láctico crudo es continuamente alimentada en la parte superior de una torre de extracción líquido - líquido mientras que el éter isopropílico es introducido por el fondo. La solución de ácido láctico en el éter isopropílico es eliminada desde la parte superior de la torre y bombeada hacia una segunda torre de extracción. Aquí es pasada hacia arriba a través de una contracorriente de agua la cual extrae el ácido láctico del éter isopropílico. La solución acuosa purificada de ácido láctico es retirada por el fondo de la segunda torre y el éter isopropílico es bombeado desde la parte superior de esta torre hacia el fondo de la primera torre para una nueva extracción de la solución de ácido láctico crudo o impuro. Este procedimiento permite obtener un ácido algo más puro que el requerido para la calidad comestible; es el ácido láctico de calidad para plásticos que tiene una concentración muy pequeña de impurezas, en particular de cenizas. Este proceso se afirma que es costoso y peligroso, a causa de la inflamabilidad del éter y la posibilidad de que sean formados peróxidos explosivos.

e) Un método de alternativa consiste en la conversión de lactato de calcio del líquido fermentado en lactato de zinc por el uso de carbonato o sulfato de zinc. El lactato de zinc cristaliza más rápidamente que los otros lactatos a causa de la solubilidad del lactato de

zinc relativamente mas baja. El láctato de zinc es purificado con cristalizaciones repetidas y disuelto en agua. Adicionando el sulfuro de hidrogeno al láctato de zinc, el ácido láctico es liberado y el sulfuro de zinc es precipitado. El carbón animal es adicionado para decolorar la solución, la cual es entonces filtrada. El filtrado, el cual contiene el ácido láctico, es concentrado por evaporación en vacío.

f) El ácido láctico puede ser obtenido parcialmente purificado en otro proceso oxidando suavemente el licor crudo de fermentación, el cual contiene los láctatos o el ácido láctico. Varios agentes oxidantes han sido usados para este propósito: hipoclorito de sodio o hipoclorito de calcio, permanganato de potasio, cromato de potasio, ácido nítrico, peróxido de hidrogeno, gas cloro, y gas ozono. Un ácido láctico grado comestible ha sido producido por este proceso.

g) En otro procedimiento las sales alki-aminas secundarias o terciarias del ácido láctico son formadas siendo suficientemente estables para ser extraídas a partir de la solución acuosa con solventes orgánicos; el solvente es eliminado por evaporación, y la sal es entonces descompuesta para producir ácido láctico libre. Esto es comercialmente posible para extraer el ácido láctico del licor acuoso de fermentación.

h) La destilación con vapor de agua bajo presión a alto vacío del ácido láctico a partir del caldo de fermentación es probablemente el proceso más viejo. Es efectivo, pero también bastante costoso principalmente porque el punto de ebullición relativamente alto del ácido láctico tiene como resultado la autoesterificación con la formación de poliésteres no volátiles, de este modo reduce el rendimiento hasta una fracción de lo teórico. Uno de los propósitos del vapor de agua en este procedimiento de destilación es reducir al mínimo esta autoesterificación; pero importa mucho controlar el arrastre del ácido y en este proceso la eficiencia en el rendimiento es importante, (pero ocurre la descomposición de algo de ácido láctico). Los vapores son introducidos en un condensador parcial el cual separa la mayor parte del ácido láctico destilado a partir de los vapores de agua produciendo un condensado conteniendo 50% o más de ácido láctico acuoso. El ácido que queda en la corriente de vapor de agua pasando el deflegmador es recuperado por concentración del condensado final.

i) Un método para purificar ácido láctico y preparar láctato de metilo directamente a partir de ácido láctico crudo ha sido descrito por Filachione y Fischer (1946). Tal vez el método más practico para la producción de ácido láctico U.S.P. es por la destilación del éster de metilo como compuesto intermedio. El ácido láctico es primero concentrado para obtener una solución con un contenido elevado de ácido, la cual es posteriormente esterificado con metanol.

La esterificación puede ser realizada calentando la mezcla a reflujo en presencia de ácido sulfúrico, como catalizador, o bien pasando vapor de metanol a través de una

columna empacada a contracorriente con el ácido láctico acidificado, el cual es alimentado en la parte superior y calentado aproximadamente a 100°C. Este método da rendimientos más altos de lactato de metilo, debido a que el equilibrio es desplazado favorablemente por eliminación del lactato de metilo volátil (en la corriente de vapor de agua) de la reacción. Los vapores efluentes, los cuales son una mezcla de metanol, agua y lactato de metilo, son condensados. El lactato de metilo puede o no puede ser fraccionado a fin de recuperarlo; en cualquier caso es entonces hidrolizado completamente por ebullición en un exceso de agua con eliminación continua de metanol regenerado. La solución acuosa residual producida por este tratamiento es el ácido láctico grado U.S.P. el cual solamente tiene que ser concentrado hasta la acidez apropiada o deseada para obtener la composición final. A través de un uso similar de otros alcoholes, otros ésteres del ácido láctico pueden ser obtenidos.

Los ácidos lácticos incoloros de más alta pureza son el grado "plástico" y el grado U.S.P.

j) En otro método, los ésteres del ácido láctico son preparados, purificados, y subsecuentemente hidrolizados para liberar y obtener el ácido láctico en una forma pura. El metanol (CH_3OH) se adiciona al lactato en la proporción de 10 a 20 moles de metanol por una mol de lactato de calcio o 2 moles de lactato de sodio, el cual preferiblemente debería estar libre de humedad. Cualquiera de los precipitados insolubles son eliminados por filtración. El ácido sulfúrico es adicionado, y realiza dos objetivos, liberar el ácido láctico y la catálisis de la subsiguiente esterificación. A fin de esterificar el ácido láctico, la mezcla es calentada de 4 hasta 8 horas a una temperatura de reflujo. Las sustancias precipitadas son eliminadas por filtración, y el exceso de metanol es eliminado por destilación a la presión atmosférica. Usando una temperatura baja, el agua y la mayor parte del lactato de metilo son destilados bajo vacío. Después de diluir el destilado en la proporción de 2 a 3 partes del agua destilada hasta 1 parte del destilado, es lentamente fraccionada en una columna resistente a la corrosión a presión atmosférica. Después de la hidrólisis del lactato de metilo, el metanol es recuperado y el ácido láctico liberado es concentrado por evaporación en vacío. Smith y Claborn afirman que el ácido láctico químicamente puro puede ser preparado mas eficiente y económicamente por este método.

k) La destilación fraccionada no ha sido utilizada con éxito sobre una escala comercial. Cuando el ácido láctico es calentado especialmente en presencia de sus impurezas naturales, tiende a descomponerse; por consiguiente no puede ser purificado por el proceso de destilación ordinaria. Varias modificaciones, tales como la introducción de vapor sobrecalentado, aire caliente, y gases inertes en la destilación al vacío han sido probados. Ninguno de ellos ha sido comercialmente exitoso.

f) Un procedimiento opcional usa amoniaco en lugar de carbonato de calcio para neutralizar el ácido láctico a medida que es formado. Esto resulta en un licor conteniendo láctato de amonio, el cual puede ser esterificado con un alcohol y destilado como éster. En el momento actual la ruta de carbonato de calcio es la más económica.

Es de particular importancia que el equipo de tratamiento para la recuperación sea resistente a la acción corrosiva de altas concentraciones de ácido láctico, el cual acumule. Por consiguiente, el equipo especial de acero inoxidable es el más frecuentemente empleado para este propósito.

Conclusiones del capítulo

Los principales usos del ácido láctico son en productos alimentarios, fermentaciones y en productos farmacéuticos, aunque tiene numerosos usos industriales en productos no alimenticios de considerable interés, es uno de los principales acidulantes y puede usarse en cualquier clase de alimentos y bebidas, las siguientes propiedades hacen que sea apropiado en gran variedad de productos.

- a) Es relativamente no volátil y prácticamente inodoro.
- g) Todavía tiene un sabor ácido suave agradable que contrasta con el sabor picante y penetrante de otros ácidos alimenticios, haciéndolo un buen acidulante cuando es usado en combinación con materiales aromáticos en alimentos y bebidas.
- a) Sin embargo, es un ácido relativamente fuerte y tiene buen poder preservativo (cuando se usa en una salmuera) o agente de encurtido (cuando se usa con vinagre), e impide los cambios putrefactivos.
- b) No oculta ni domina otros sabores.
- c) En algunos productos alimentarios impide su alteración.
- d) También tiene la ventaja de que distribuido en forma líquida y es fácil de usar.

Conociendo sus propiedades, tenemos bases sólidas para establecer un estudio de mercado para su futura introducción en el mercado, conociendo así sus posibles competidores, sus virtudes y defectos de este producto.

Capítulo II

Análisis de mercado

Análisis de mercado

Este capítulo tiene objetivo esencial la determinación y cuantificación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización. El objetivo general de esta investigación es verificar la posibilidad real de penetración del producto en un mercado determinado.

Producto comercial

El ácido láctico puede formar el núcleo de un sistema de materiales crudos dentro de una gran variedad de un producto de uso final, Fig. 2.1.

El maíz, suero, cebada, melaza de sorbo, y caña de azúcar pueden ser usados para la producción ácido láctico. Sin embargo, si el futuro de los alimentos careciera de desarrollo; el ácido láctico puede ser hecho de carbón, petróleo, o gas líquido.

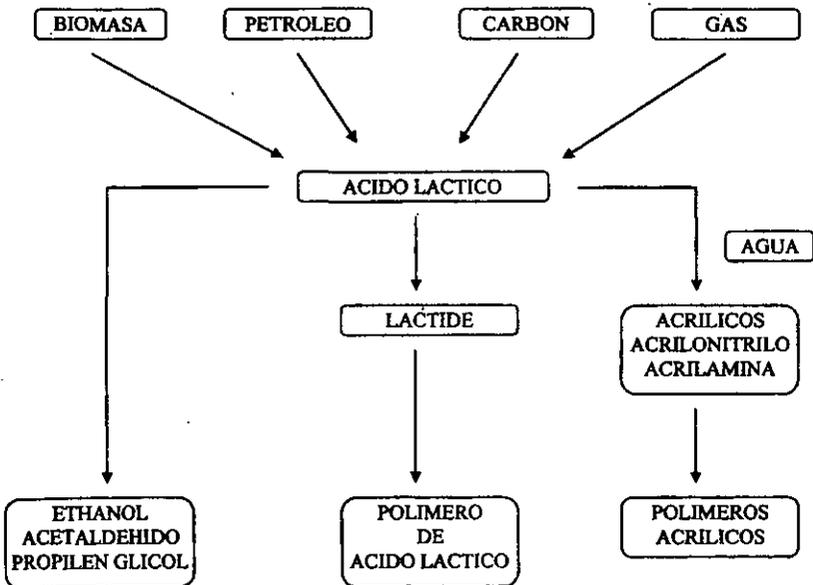


Fig.2.1 Potencial Industrial de productos formados por ácido láctico

Fuente: Kirk Othmer, "Enciclopedia de tecnología química" Cuarta edición, Vol. 13, Ed. John Wiley & Sons pag. 1042-1054 (1999)

El ácido láctico poliester tiene una estructura única, casi imposible de duplicar por otras fuentes. Pero ellos no tienen un mercado establecido, la competencia directa está ausente pero la penetración en el mercado comienza de cero.

El ácido Láctico, ha mantenido una línea creciente de consumo en los últimos años, lo cual significa que el mercado de ácido láctico en México se está desarrollando debido al aumento y diversificación de sus usos.

En México, el ácido láctico y sus sales se importan desde hace varios años, por lo que hasta la fecha el consumo de ácido láctico en el país, ha sido cubierto totalmente por producto de importación debido a que no se produce en México.

2.1. Estudio de la oferta

2.1.1. Producción del ácido láctico en México.

En la actualidad no se conoce ningún proyecto para producir ácido láctico en México por lo que el consumo aparente de este producto, lo cubre totalmente la importación.

2.1.2. Principales países exportadores hacia México (1987- 1998)

El ácido láctico que se consume en México proviene principalmente de República Federativa del Brasil, Canadá, República de Irlanda, Estados Unidos de América, Francia, República de Indonesia, República de Irlanda, Estado de Israel, Italia, Japón, Reino de los Países Bajos, Reino Unido de la Gran Bretaña e Irlanda, República de Rumania, Suiza, Taiwan.

El principal país del cual se importa la mayor cantidad de ácido láctico en la actualidad es de Estados Unidos de América y España que ofrecen un producto de buena calidad y buen precio.

Una ventaja que presenta Estados Unidos de América frente a sus competidores es que pertenece al TLC de América del Norte (TLCAN), esto implica una disminución en el pago de aranceles y a su vez influye directamente en el precio, ofreciendo así un producto más barato.

El objetivo fundamental del TLCAN es liberar de manera gradual y coordinada el comercio de bienes y servicios, así como el movimiento de capital, para formar una área de libre comercio entre Canadá, Estados Unidos y México con los siguientes objetivos:

- Eliminar las barreras de comercio,
- Promover las condiciones para una competencia justa,

- Incrementar la oportunidad de inversión,
- Proteger adecuadamente los derechos de la propiedad intelectual,
- Establecer procedimientos eficaces para la aplicación de tratado y solucionar controversias.
- Fomentar la cooperación trilateral, regional y multilateral.

Con la firma de TLCAN se aseguró a los exportadores mexicanos un trato arancelario preferencia prácticamente inmediata para la mayoría de los productos que envían a Canadá y Estados Unidos.

Así a partir del 1 de enero de 1994 quedaron libres de arancel 79.9% de las exportaciones mexicanas a Estados Unidos. En 1999 se eliminará el otro 12.5% adicional y 6.3% más a partir del año 2004. De esta manera, a partir del 2008 la totalidad de las exportaciones de México a ese mercado estarán exentas de arancel.

Por lo que se refiere a las exportaciones mexicanas a Canadá, el proceso de desgravación inmediata es de 78.3% a partir del 1 de enero de 1994; 8.5% en 1999 y 13.2% en el 2004.

Por otro lado, en la negociación del Tratado se buscó asegurar a la empresa mexicana un periodo suficiente para que realice ajustes a su planta industrial. Con tal fin, se limitan acceso masivo de productos extranjeros mediante plazos de desgravación gradual.

En el anexo II se encontrarán las tablas 2.A, 2.B y 2.C donde se presentan los valores de las importaciones comparativas por producto país en los años (1993-1998).

El valor de estas importaciones incluye el precio del producto a precios corrientes, fletes y seguros. Para conocer el precio del producto en planta, tendríamos que agregar los costos relacionados con paso de aduanas, los impuestos de importación y los fletes que se requieren dentro del país.

2.1.3. Principales fuentes de abastecimiento en México

El ácido láctico se vende en México através de una extensa red de distribuidores. Por ser un producto de importación, en México se encuentran, representantes o filiales de compañías extranjeras que lo producen através de estas, lo expenden en México y otros simplemente son distribuidores nacionales. Los principales distribuidores nacionales de ácido láctico son:

- a) Abaquim S.A.
- b) ADM México, S.A. de C.V.
- c) Almacén de drogas la paz, S.A. de C.V.
- d) Compañía Química Anglo Mexicana S.A.
- e) COMEXPORT, S.A de C.V.
- f) Cipo S.A. de C.V.
- g) Comercial Química S.A de C.V.
- h) Cicarom S.A.

- i) Diqumex S.A. de C.V.
- j) Granados Martínez Químicos y Cia S.A. de C.V.
- k) Helm de México, S.A.
- l) Hycel de México S.A. de C.V.
- m) Industrias Ragar S.A. de C.V.
- n) Química Croda
- o) Química integral de México
- p) RHONE - POULENC de México S.A. de C.V.
- q) Staff Químico de México.
- r) Transformación química mexicana.

Fuente: *Directorio de la Asociación Nacional de la Industria Química A.C.* pag. 28, 1990

2.1.4. Aspectos legales.

Importación.

Fracción arancelaria.

29	Productos químicos orgánicos
2918	Acido Carboxílicos con funciones oxigenadas, suplementarias y sus anhídridos, halogenuros, peróxidos y peroxiacidos; sus derivados halogenados, sulfonados, nitrados o nitrosados. Acodos carboxílicos con función alcohol, pero sin otra función oxigenada, sus anhídridos, halogenuros, peróxidos y sus derivados: 3 - Carboxílicos (Difunisal)
291811	Acido Láctico sus sales y sus esterés.
29181101	Acido Láctico sus sales y sus esterés.

Unidad	*Ad/Valorem	Diario of.
Kg	3.0 %	31/12/98.

*Ad Valorem. Este arancel se expresa en términos porcentuales y se aplica sobre el valor en aduana de la mercancía. Este impuesto se calcula con base en base del valor de la factura, el cual debe determinarse conforme a las normas internacionales previstas en el artículo VI de acuerdo de la Organización Mundial de Comercio (OMC, antes GATT).

En el artículo se define que el valor de la aduana es el valor de un bien objeto de transacción comercial, por lo que la base gravable para el cobro del impuesto de importación es el precio pagado o por pagar que se consigna en la factura, siempre y cuando se cumpla con lo establecido en el propio artículo VII.

Regulaciones.

- NO REQUIEREN PERMISOS.
- NO CONTIENEN CUOTAS COMPENSADORAS.
- NO TIENE PRECIO ESTIMADO.
- NO REQUIERE N.O.M.
- NO REQUIERE DE N.O.M. DE ETIQUETADO.

Padrón de importadores.

Para importaciones por la presente fracción arancelaria es requisito estar inscrito en el padrón de importación de la S.H.C.P. (ley aduanera 1996, Artículo 59, fracción IV).

D.O. 15/ Dic./ 95. Vigente a partir del 1° de abril de 1996.

Preferencia * ALADI

* Brasil	80%	0.60%
Unicamente:	Acido Alfa - Hidroxipropanoico (Acido Láctico)	
*Ecuador	80%	0.60%
Unicamente:	Acido Alfa - Hidroxipropanoico (Acido Láctico)	
*Paraguay	80%	0.60%
Unicamente:	Acido Alfa - Hidroxipropanoico (Acido Láctico)	

Preferencia TLCAN

Estados Unidos Exentos de pago.

Canadá Exentos de pago.

I.V.A.

I.V.A. Registro en la frontera.	10%	D. O. 29 / Dic. / 97.
I.V.A. Resto del País.	15%	D.O. 29 / Dic. / 97.

*ALADI: Asociación Latinoamericana de Integración.

Esta asociación surge entre países Latinoamericanos exclusivamente, e inicia su función en el año de 1980. Su función es básicamente apoyar el intercambio comercial entre países latinoamericanos liberándolos de los impuestos que requieren pagar un producto por ser de importación.

2.2. Estudio de la demanda.

2.2.1. Consumo nacional (1983-1998)

Para determinar la tendencia de la demanda en el futuro, en base a los consumos anteriores se procedió a determinar la demanda en base a los años anterior:

$$\text{DEMANDA NACIONAL} = \text{PRODUCTO NACIONAL} + \text{IMPORTACION} - \text{EXPORTACION.}$$

De la ecuación anterior: $\text{PRODUCCION NACIONAL} = 0$

Por lo tanto:

$$\text{DEMANDA NACIONAL} = \text{IMPORTACIONES.}$$

2.2.2. Importaciones de ácido láctico en México.

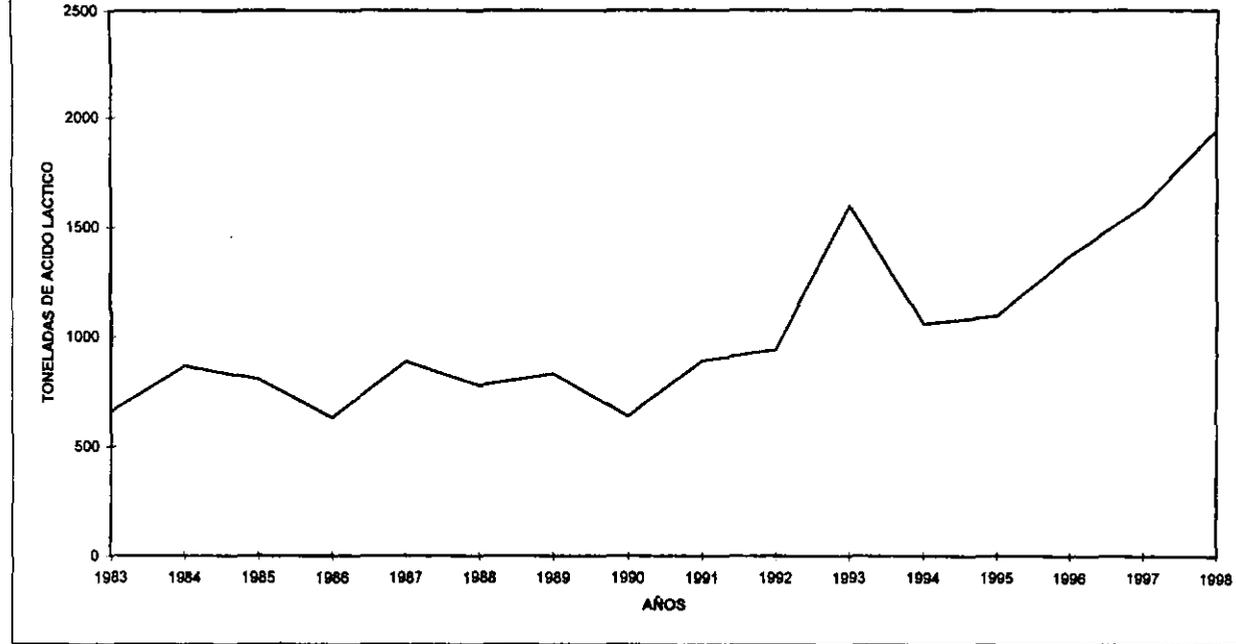
A continuación se presentan los datos de importación de Acido Láctico en el periodo de (1983 - 1998).

AÑO	KILOGRAMOS LEGALES (CONSUMO ANUAL)	VALOR EN PESOS	PRECIO UNITARIO (PESO / Kg)
1983	658,182	143,507,390	218.036
1984	868,649	259,244,268	298.445
1985	808,795	366,709,501	453.402
1986	632,838	367,317,150	580.428
1987	888,646	1,870,998,556	2,105.44
1988	779,192	2,910,472,244	3,735.24
1989	833,736	3,878,891,332	4,652.42
1990	638,119	3,474,000,000	5,444.12
1991	892,097	4,994,623,166	5,598.74
1992	942,311	5,167,000,000	5,483.32
1993	1,021,362	4,886,992,470	4,784.78
1994	1,060,429	6,761,000,000	6,375.72
1995	1,130,246	18,055,436.02	15.9747
1996	1,439,438	21,006,896.19	14.5938
1997	1,645,214	24,103,196.26	14.6504
1998	1,969,112	31,064,380.50	15.7758

Fuente: Banco Nacional de Comercio Exterior, S.N.C.1999

En la gráfica 2.1. se presentan las importaciones anuales de ácido láctico del periodo (1983-1998)

Acido láctico Importaciones anuales
GRAFICA 2.1.



Fuente: Banco nacional de comercio exterior, S.N.C.1999

Simbología.

K.G.L. Kilogramos legal: Corresponde al precio de la mercancía incluyendo el envase en el cual venga acondicionado.

K.G.B. Kilogramo Bruto: Corresponde al peso de la mercancía, incluyendo su envase en el cual venga acondicionado, así como los desperdicios utilizados para la estiba.

T.C. Tipo de cambio: peso/dólar.

Tipo De Cambio.

AÑO	PESO POR DÓLAR (MERCADO)	PESO POR DÓLAR (CONTROLADO)	% DE DISMINUCION DEL VALOR DEL PESO EN RELACION CON EL DOLAR
1983	150.29	143.93	
1984	209.97	192.56	59.6
1985	450	371.5	241.97
1986	927	611.8	477
1987	2,278	1,378.2	1,351
1987	2,285.25	2,271.1	7.5
1988	2,686	2,461.5	400.75
1989	2,949.50	2,812.6	263.5
1990	3071	3,018.4	41
1991	3,115.4	3,094.9	44
1992	NS\$3.107	NS\$3.115	-8
1993	NS\$5.0	NS\$3.375	1.895
1994	NS\$7.80	NS\$6.419	2.8
1995	7.75	7.65	0.05
1996	7.89	7.85	0.14
1997	8.15	8.08	0.26
1998	9.50	9.42	1.35
1999	9.65	9.52	0.15

Fuente: Estadísticas financieras internacionales. 1999

*Para la obtención de los resultados del % de disminución del valor del peso, se toma como referencia el valor del peso a partir del año de 1983, realizando la estimación año con año.

2.2.3. Localización de los consumidores.

En la industria alimenticia, en función de sus aplicaciones al ácido láctico puede ser consumido por diferentes industrias: dependiendo de su pureza por lo tanto el ácido láctico 50%, 80%, 88% FCC, se utiliza como acidulante en los alimentos y bebidas que requieren de la adición de un ácido no volátil comestible. El ácido láctico 88% USP. Puede servir como conservador, la ligera acidez del ácido láctico intensifica el sabor de muchos productos. El

ácido láctico USP(termoestable, estable al calor) se aplica en una variedad de aplicaciones farmacéuticas así como la industrias del bronceado, el plateado, los textiles, los plásticos y pinturas; el ácido láctico como acidulante, para el control de pH en industria, sustituto de ácido cítrico y acético.

Emulsificante para pastelerías, manufacturas de quesos, mantequilla, yoghurt, cremas, etc. Manufactura de dulces y chocolates rellenos y en general en casi toda la industria alimenticia.

Nota: Este aditivo alimenticio cumple con las especificaciones Farmacopea de Estados Unidos (USP), la Farmacia Británica (BP), la Farmacia Europea (EP), y el Códigos químicos alimenticios (FCC).

2.2.4. Distribuidores por zona económica.

Debido principalmente a los diferentes usos del ácido láctico, existen algunos estados de la República, en donde los consumidores debido principalmente al desarrollo económico que en estas zonas existen y por lo tanto ahí se encuentran a los distribuidores.



Estados de la República	Zona Económica
Distrito Federal.	Centro (II)
Guanajuato.	Centro (II)
Michoacán.	Occidente (V)
Nuevo León.	Norte (I)
Jalisco.	Occidente (V)
San Luis Potosí.	Centro (II)
Baja California Norte.	Norte (I)
Chihuahua.	Norte (I)
Coahuila.	Norte (I)
Estado de México.	Centro (II)
Querétaro.	Centro (II)
Puebla.	Centro (II)

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México, 1999

2.3. Proyección de la demanda

La capacidad de la planta se deberá determinar tomando en cuenta como base fundamental, el volumen de las importaciones que se han venido haciendo de este producto durante los últimos años, los cuales representan la demanda nacional de ácido láctico ya que este no se produce en México actualmente y la demanda es cubierta por las importaciones se realiza una estimación de la demanda a futuro.

La proyección se realizó hasta el año de 2009 suponiendo que la planta entraría en operación con 100% de capacidad en este año, lo cual implica una satisfacción de la demanda.

2.3.1. Método de mínimos cuadrados.

Se emplea el método de mínimos cuadrados para determinar la tendencia que represente el consumo de ácido láctico en los años anteriores; para hacer la proyección de la demanda a futuro.

Para ajustar una recta de mínimos cuadrados a los datos de importación utilizando X como variable independiente se emplea la siguiente ecuación de la recta:

$$Y_c = a + bx \dots\dots\dots (1)$$

Donde Y_c son toneladas legales; x son los años. Las constantes de proporcionalidad a y b se determinan mediante el sistema de ecuaciones.

$$\sum Y_c = aN + b\sum x \dots\dots\dots (2)$$

$$\sum xY_c = a\sum x + b\sum x^2 \dots\dots\dots (3)$$

Las constantes a y b pueden obtenerse del sistema de ecuaciones anteriores, dando como resultado las siguientes fórmulas:

$$a = \frac{(\sum Y_c)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xY_c)}{N\sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots (4)$$

$$b = \frac{N\sum xY_c - (\sum x)(\sum Y_c)}{N\sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots (5)$$

$$N \sum x^2 - (\sum x)^2$$

Cálculo de las sumas:

	AÑO X	PRODUCCION TON/ AÑO Yc	x ²	xYc	
	1990	1	638.119	1	638.119
	1991	2	892.097	4	1,784.194
	1992	3	942.097	9	2,826.291
	1993	4	1,021.362	16	4,085.448
	1994	5	1,060.429	25	5,302.145
	1995	6	1,096.943	36	6,581.658
	1996	7	1,370.345	49	9,592.415
	1997	8	1,598.566	64	12,788.528
	1998	9	1,946.987	81	17522.883
SUMATORIA	45	10,566.945	285	61,121.681	

$$\sum x = 45$$

$$(\sum x)^2 = 2,025$$

$$\sum Yc = 10,566.945$$

$$\sum x^2 = 285$$

$$\sum xYc = 61,121.681$$

Sustituyendo los valores correspondientes de las sumas de las ecuaciones en (4) y (5) se obtiene:

$$a = \frac{(10,566.945)(285) - (45)(61,121.681)}{9(285) - 2,025} = 483.5253$$

$$b = \frac{9(61,121.681) - (45)(10,566.945)}{9(285) - 2,025} = 138.11593$$

Sustituyendo a y b en la ecuación (1), se obtiene la ecuación de comportamiento del consumo en función del tiempo.

$$Yc = 483.5253 + 138.11593 X \dots\dots\dots (6)$$

La recta obtenida se llama recta de regresión de Y_c sobre x y se emplea para estimar Y_c a partir de los valores de x dados.

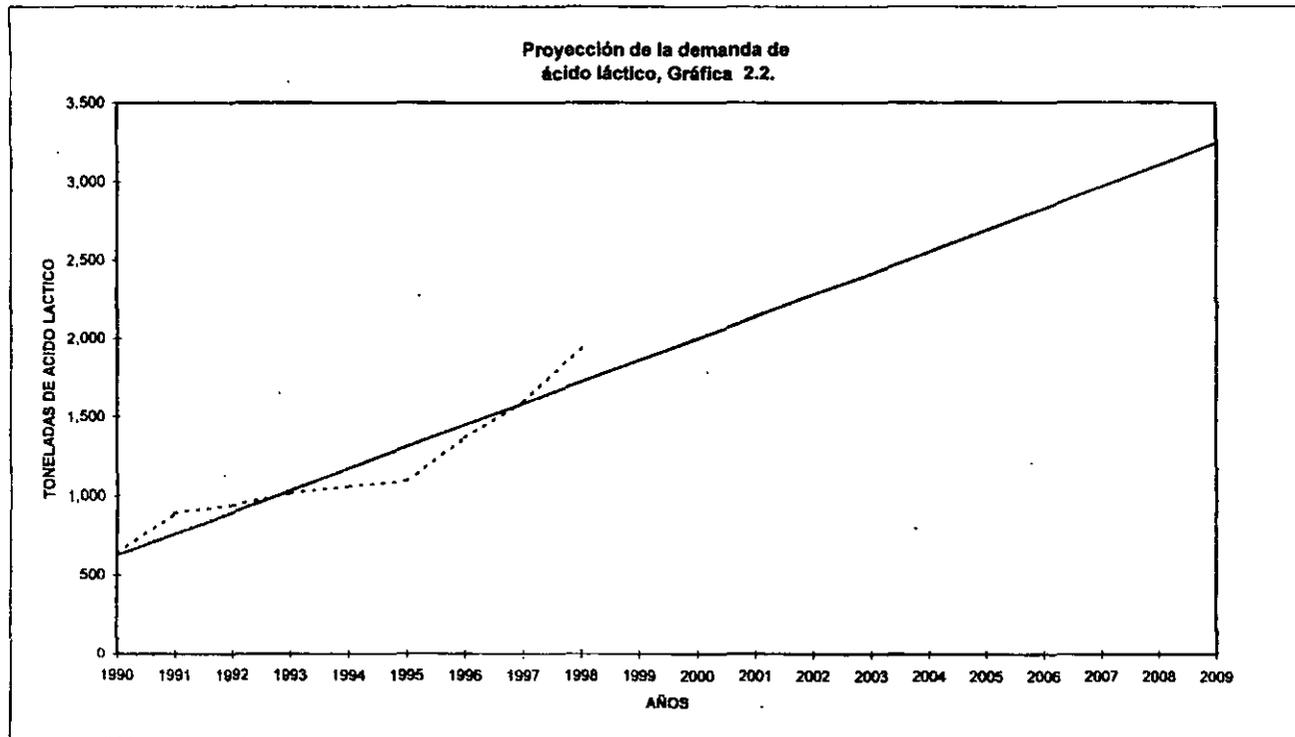
La regresión lineal de nuestra línea recta es la siguiente:

$$r = 0.946033$$

Proyección en base a las importaciones anuales

AÑO	X	PROYECCION DE LA DEMANDA (TONELADAS)
1999	10	1,864.6843
2000	11	2,002.8002
2001	12	2,140.9161
2002	13	2,279.0320
2003	14	2,417.1479
2004	15	2,555.2638
2005	16	2,693.3797
2006	17	2,831.4956
2007	18	2,969.6115
2008	19	3,107.7274
2009	20	3,243.8433

La demanda esperada la podemos observar en la gráfica (2.2).



Fuente: Elaboración propia en base a la demanda de ácido láctico

2.3.2. Regresión con tres variables.

A pesar de lo escrito en la teoría estadística sobre el método de mínimos cuadrados, a veces trabajar con dos variables no es muy útil al hacer el estudio del mercado. El tiempo como variable independiente no influye por sí mismo en el comportamiento de una variable como la oferta o la demanda. Esto quiere decir que existe la necesidad de considerar otras u otras variables, además de las dos mencionadas (Tiempo, Demanda), que verdaderamente influya en forma directa en el comportamiento de la variable dependiente (demanda u oferta).

En México, durante varios años de las décadas pasadas, el PIB (producto interno bruto) fue negativo. Esto se interpreta como una disminución drástica en la actividad industrial en el nivel nacional. Si el PIB fuera una tercera variable considerada, esta sí influyese directamente en la demanda de ácido láctico. Recuérdese que el objetivo de ajustar datos muestrales de variables en un estudio de mercado es para poder predecir lo que probablemente sucedería respecto a la variable dependiente considerada (demanda) en los años futuros. Si se trabaja solo con dos variables, es más difícil hacer predicciones confiables desde el punto de vista de lo que sucedería en el mercado, no desde el punto de vista estadístico.

El hecho de emplear tres variables en el análisis implica que sólo una de ellas será dependiente (demanda u oferta) y las otras dos serán independientes (tiempo y PIB, o alguna otra); esto a su vez implica conocer cuál será el comportamiento de las variables independientes en el futuro. Con el tiempo no hay problema, por que es inmutable, pero respecto a la tercera variable (PIB) se necesita saber cuál será su comportamiento en el futuro, y este dato lo proporciona cada año el Banco de México, en las predicciones que hace del comportamiento futuro de la economía mexicana.

Supóngase que el Banco de México predice un repunte en la economía nacional dentro de dos años, con un PIB = 9%. Esto implicaría una gran actividad económica, lo que a la vez lleva un aumento en la demanda de la mayoría de los bienes (industriales y de consumo final).

Si se intenta predecir cuál será el consumo de determinado producto dentro de dos años, la predicción será más precisa al considerar (Tiempo, Demanda, PIB), que si solo se considera (Tiempo, Demanda), por la simple razón de que una análisis con tres variables es más completo.

Aquí, en el análisis estadístico en vez de calcular la ecuación de una recta y su pendiente, se calcula la inclinación de un plano. La ecuación que lo rige es:

$$Y_i = \alpha + \beta x_i + \gamma z_i \dots\dots\dots (1)$$

La interpretación geométrica de β es la inclinación del plano cuando hay un movimiento en dirección paralela al plano (X, Y) manteniendo a Z constante; así β es el efecto marginal del tiempo sobre la demanda. Similarmente γ es la inclinación del plano (Z, Y) manteniendo a X constante; por tanto, γ es el efecto marginal del PIB sobre la demanda. Para calcular α, β y γ se reduce la suma de las desviaciones al cuadrado entre las Y observadas y las Y ajustadas, esto es reducir

$$\sum (Y_i - \alpha + \beta x_i + \gamma z_i) \dots\dots\dots (2)$$

Donde α, β y γ son los estimadores de α, β y γ . Esto se hace calculando las derivadas parciales de esta función respecto a α, β y γ e igualando a cero. Obsérvese que aquí también se usan las nuevas variables $x_i = X_i - X$ y $z_i = Z_i - Z$ el resultado son las siguientes ecuaciones:

$$\alpha = Y \dots\dots\dots (3)$$

$$\sum Y_i x_i = \beta \sum x_i^2 + \gamma \sum x_i z_i \dots\dots\dots (4)$$

$$\sum Y_i z_i = \beta \sum x_i z_i + \gamma \sum z_i^2 \dots\dots\dots (5)$$

Al resolver este par de ecuaciones simultáneas se obtienen los valores de β y γ . El valor de α aún es igual a Y.

Correlación simple.

El análisis de regresión muestra cómo se relacionan las variables, mientras que el análisis de correlación muestra el grado en el que esas variables se relacionan. En el análisis de regresión se calcula una función matemática completa (la ecuación de regresión); el análisis de correlación simple produce un solo número, un índice diseñado para dar una idea inmediata de que tan cerca se mueven juntas las dos variables. En el análisis de correlación no es necesario preocuparse por las relaciones causa efecto. La correlación entre X y Y puede calcular sin referirse a:

1. Los efectos de X sobre Y y viceversa;

2. Ningún efecto de una sobre la otra, sino que ellas se muevan juntas, debido a que una tercera variable influye en ambas.

El cociente de correlación (r) de una serie de pares de puntos ajustados sobre una línea recta, expresando en términos de las variables $x_i = X_i - X$ y $y_i = Y_i - Y$ es

$$r = \frac{1}{n-1} \cdot \sum x_i y_i$$

en términos de las observaciones originales (X, Y)

$$r = \frac{\sum (X_i - X) (Y_i - Y)}{\sqrt{\sum (X_i - X)^2 \sum (Y_i - Y)^2}}$$

Como el coeficiente de correlación r muestra el grado en el cual se relacionan Y y X (tiempo y demanda), si la correlación es perfecta y se ajusta a una línea recta $r = 1$, esto indica que a una variación determinada de X (tiempo) corresponde exactamente una variación proporcional sobre Y (demanda). Si no existe correlación $r = 0$. Si están perfecta pero inversamente relacionada $r = -1$.

2.3.3.1. Demanda esperada en base al PIB y las importaciones anuales.

Para calcular cuantitativamente la evolución futura de la demanda se han aplicado series estadísticas básicas, específicas mediante el método de regresión lineal múltiple que de acuerdo con el comportamiento histórico considerado (1990-1998), permitirá calcular estas evoluciones de uso del producto en el periodo representativo analizado (1999-2009).

En relación con las variables consideradas para la obtención de la ecuación de la tendencia histórica de la demanda, se tomaron en cuenta los años de proyección (tiempo) como primer variable, y un factor de decisión como tercer variable. Este factor de decisión fue el Producto Interno Bruto (PIB).

El coeficiente de correlación así como la obtención de la ecuación de proyección se muestra en el ANEXO II-A.

$$Y = 424.7064 + 134X + 22Z$$

Donde:

Y = Proyección.

X = Años de la proyección .

Z = PIB.

Crecimiento PIB(%)*

AÑO	X	PROYECCION BASICA	ESCENARIO OPTIMISTA	ESCENARIO DE RIESGO
1999	7	6.1	6.6	4.7
2000	8	5.4	5.7	3.5
2001	9	5.6	6.2	4.6
2002	10	5.9	6.6	4.9
2003	11	6.2	7.0	5.2
2004	12	6.5	7.4	5.5
2005	13	6.8	7.8	5.8
2006	14	7.0	8.2	6.1
2007	15	7.3	8.6	6.4
2008	16	7.6	9.0	6.7
2009	17	7.9	9.4	7.0

Fuente: Tasa de Producto Interno Bruto, tomada del servicio Macroeconomico de CIEMEX - WEFA, Diciembre de 1997.(Proyección 1997-2002).

* Los cálculos que se presentan en el ANEXO II - A incluyen el PIB de 1990-1998.

**Demanda Esperada (Y)
(Toneladas)**

AÑOS	PROYECCION BASICA	ESCENARIO OPTIMISTA	ESCENARIO DE RIESGO
1999	1496	1507	1466
2001	1615	1622	1573
2002	1753	1767	1731
2003	1894	1909	1872
2004	2035	2052	2013
2005	2175	2195	2153
2006	2316	2338	2294
2007	2454	2481	2431
2008	2595	2623	2575
2009	2735	2766	2716

2.3.3.2. Demanda esperada en base a la inflación y las importaciones anuales

En relación con las variables consideradas para la obtención de la ecuación de la tendencia histórica de la demanda, se tomaron en cuenta los años de proyección (tiempo) como primer variable, y un factor de decisión como tercer variable. Este factor de decisión fue la inflación en los últimos años.

El coeficiente de correlación así como la obtención de la ecuación de proyección se muestra en el ANEXO II-B.

$$Y = 486.415 + 137.449 \cdot X - 5 \cdot Z$$

Donde:

Y = Proyección.

X = Años de la proyección.

Z = Inflación (%)

AÑO	X	Inflación (%)		
		PROYECCION BASICA	ESCENARIO OPTIMISTA	ESCENARIO DE RIESGO
1999	10	10.5	8.9	19.4
2000	11	9.3	8.0	18.1
2001	12	7.7	6.9	16.7
2002	13	6.9	5.4	14.5
2003	14	6.7	5.2	14.2
2004	15	7.5	6.2	16.5
2005	16	7.3	6.4	16.7
2006	17	9.3	7	18.1
2007	18	7.2	6.9	16.2
2008	19	6.5	5.4	15.0

**Demanda Esperada (Y)
(Toneladas)**

AÑO	X	PROYECCION BASICA	ESCENARIO OPTIMISTA	ESCENARIO DE RIESGO
1999	10	1,908.5	1,916.5	1,864
2000	11	2,051.94	2,058.44	2,007.94
2001	12	2,197.38	2,201.38	2,152.38
2002	13	2,338.82	2,346.32	2,300.82
2003	14	2,477.26	2,484.76	2,439.76
2004	15	2,610.7	2,617.2	2,565.7
2005	16	2,749.14	2,753.64	2,702.14
2006	17	2,876.58	2,888.08	2,832.58
2007	18	3,028.02	3,026.02	2,985.52
2008	19	3,165.46	3,170.96	3,122.96

FUENTE: Tasa de producto interno bruto, tomada del servicio macroeconómico de CIEMEX - WEFA, Diciembre de 1997. (Proyección 1997-2002).

* Los cálculos que se presentan en el ANEXO II.B. incluyen la inflación de 1990-1998.

2.3.3.3. Demanda esperada en base a el mercado cambiario y las importaciones anuales.

En relación con las variables consideradas para la obtención de la ecuación de la tendencia histórica de la demanda, se tomaron en cuenta los años de proyección (tiempo) como primer variable, y un factor de decisión como tercer variable. Este factor de decisión fue el mercado cambiario en los últimos años. El coeficiente de correlación así como la obtención de la ecuación de proyección se muestra en el ANEXO II-C.

$$Y = 532.72 + 139.6 * X - 3.58 * Z$$

Donde:

Y = Proyección.

X = Años de la proyección .

Z = Mercado cambiario (tasa %)

Mercado Cambiario

Tasa (%)

AÑO	X	PROYECCION BASICA	ESCENARIO OPTIMISTA	ESCENARIO DE RIESGO
1999	10	4.8	2.2	15.1
2000	11	6.8	7.3	14
2001	12	4.5	2.9	14
2002	13	4.0	4.8	11.3
2003	14	4.0	5.8	12.2
2004	15	4.2	6.2	13.3
2005	16	4.4	6.4	14.1
2006	17	5.4	5.6	14.0
2007	18	6.2	4.6	13.4
2008	19	4.3	4.2	15.2

Demanda Esperada (Y)

(Toneladas)

AÑO	X	PROYECCION BASICA	ESCENARIO OPTIMISTA	ESCENARIO DE RIESGO
1999	10	1,911.53	1,920.84	1,874.66
2000	11	2,046.12	2,042.18	2,018.2
2001	12	2,191.81	2,197.53	2,157.8
2002	13	2,333.2	2,330.33	2,307.06
2003	14	2,472.8	2,466.35	2,443.44
2004	15	2,611.68	2,604.52	2,579.10
2005	16	2,750.56	2,743.40	2,715.84
2006	17	2,886.58	2,885.87	2,855.8
2007	18	3,023.32	3,029.05	2,997.54
2008	19	3,169.72	3,170.08	3,120.70

FUENTE: Tasa de producto interno bruto, tomada del servicio macroeconomico de CIEMEX - WEFA, Diciembre de 1997. (Proyección 1997-2002).

* Los cálculos que se presentan en el ANEXO II-C incluyen el mercado cambiario (último periodo %) de 1990-1998.

2.4 Reimportaciones.

Debido a las condiciones actuales, es de vital importancia considerar en todo proyecto de inversión, la posibilidad de realizar exportaciones de productos nacionales, lo cual permite la captación de divisas necesarias tanto para el país como para los compromisos realizados con el exterior ya sea en el pago de regalías a tecnología, compra de maquinaria y equipo o ya sea el pago de materia prima para el proceso.

En la tabla 2.1.1. se muestran las reimportaciones totales de los últimos años así como los países a los cuales se introduce el ácido láctico.

Las reimportaciones representan el 1.5 % de las importaciones totales a México anuales de ácido láctico. Debido a esto es de vital importancia considerar en el proyecto de inversión esta posibilidad

Como podemos observar en el tabla 2.1.1. son en su mayoría países Latinoamericanos pertenecientes al ALADI esto otorga facilidades arancelarias. (gráfica 2.3)

Reimportaciones totales de México

Tabla 2.1.1.

Año

1995

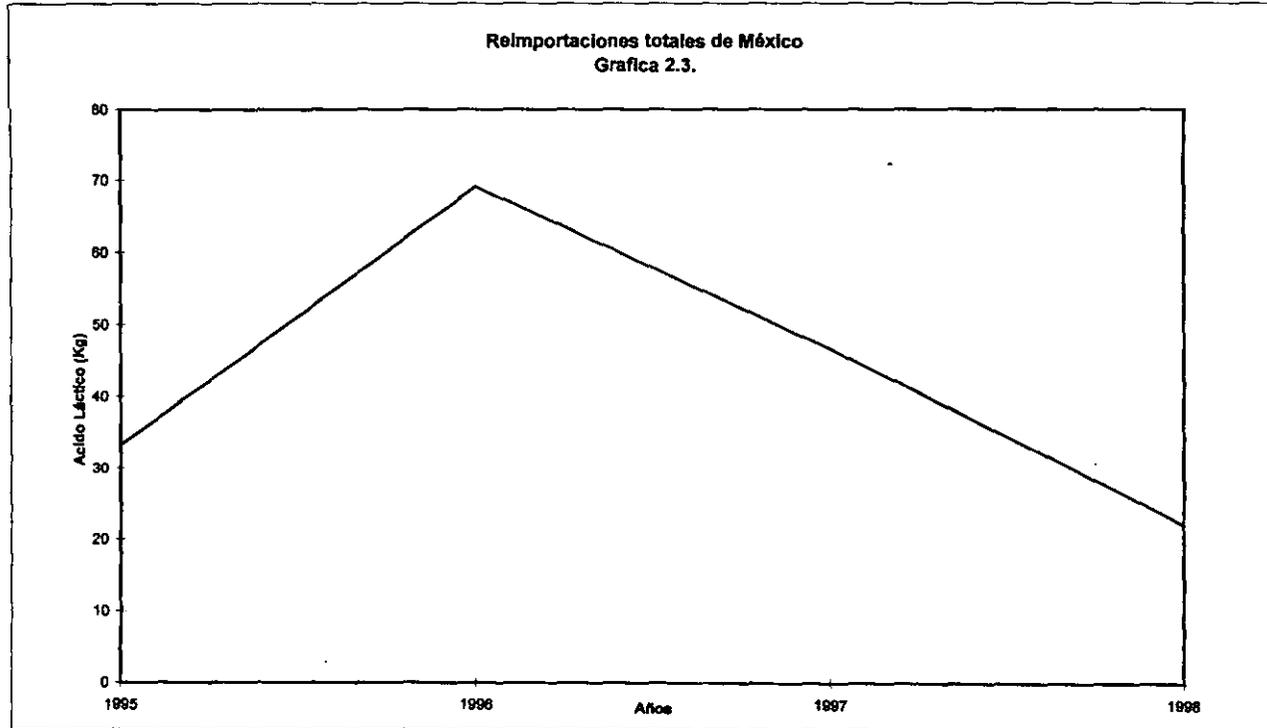
1996

1997

1998

PAIS	VOLUMEN	PRECIO	VOLUMEN	PRECIO	VOLUMEN	PRECIO	VOLUMEN	PRECIO
	K.G.L.	(Dls)	K.G.L.	(Dls)	K.G.L.	(Dls)	K.G.L.	(Dls)
ARGENTINA (REPUBLICA)			110	218				
BOLIBIA (REPUBLICA DE)			2	10				
BRASIL (REPUBLICA FEDERATIVA DEL)			2,000	4,189				
COLOMBIA (REPUBLICA DE)	39	92						
COSTA RICA (REPUBLICA DE)					12,100	12,370	200	500
CUBA (REPUBLICA DE)	1,020	4,080	7,750	30,905	7,845	31,380	8,390	37,561
EL SALVADOR (REPUBLICA DE)			3,500	7,098				
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	17,333	34,522	24,680	53,159	8,500	32,807	6,000	40,989
GUATEMALA (REPUBLICA DE)	14,911	29,502	21,706	43,269	13,163	23,680	3,583	5,680
HONDURAS (REPUBLICA DE)			5,165	10,140				
JAPON							150	240
PERU(REPUBLICA DE)					40	207		
R UNIDO DE LA G BRETAÑA E IRLANDA							2,800	19,210
VENEZUELA (REPUBLICA DE)			4,000	8,662	5,000	11,860		
TOTAL	33,303	68,196	69,093	157,650	46,648	112,304	22,123	104,180

Fuente: Banco de comercio exterior, S.N.C. Exportaciones totales a México. Año. 1998.



Fuente: Banco de comercio exterior, S.N.C. Año. 1998.

2.5. Estructura del precio

Considerando que el precio obtenido en el mercado es el precio del consumidor final. Es indispensable conocer el precio del producto en el mercado, no por el simple hecho de saberlo, sino por que sería la base para calcular los ingresos probables en varios años, por tanto, el precio que se proyecta no será el que se usa en el estado de resultados, ya que esto implica que la empresa vendiera directamente al público o consumidor final, lo cual no siempre sucede, por lo tanto es importante considerar. Cuál será el precio al que se venderá el producto al primer intermediario; este será el precio real que se considerara en el cálculo de los ingresos.

2.5.1. Precio promedio anual de importación.

Los precios que se presentan a continuación son estimados, fueron obtenidos por datos estadísticos y resultan de dividir el valor anual de importación entre la cantidad anual importada en kilogramos.

AÑO	PRECIO UNITARIO (PESO/Kg)	PRECIO UNITARIO (DOLLAR/Kg)	TIPO DE CAMBIO PESO POR DOLLAR
1983	218.031	1.45	150.29
1984	299.81	1.42	209.97
1985	453.37	1.00	450.00
1986	901.32	0.97	927.00
1987	2105.32	0.92	2278.0
1988	4390.26	1.63	2285.0
1989	4652.42	1.73	2686.0
1990	5443.10	1.84	2949.5
1991	5598.74	1.76	3071.0
1992	5483.10	1.54	3115.4
1993	4.78	1.19	N\$3.1
1994	5.98	1.19	N\$5.0
1995	16.98	2.02	N\$7.8
1996	14.42	1.82	7.89
1997	14.51	1.80	8.06
1998	15.49	1.82	8.55

Fuente: Estadística financiera internacional. 1999

Los precios obtenidos, son precios calculados en frontera: antes del paso de aduana, sin haber incluido impuestos de importación, costos de transportación ni costos indirectos (precio al exterior) a) Al exterior: precio de venta neto.

b) Al interior: precio de venta bruta más costos de importación más
costos de importación = precio de venta.

Es de vital importancia considerar los dos precios para posteriormente compararlos con el precio de venta nacional que nuestro estudio nos defina y conocer la rentabilidad del proyecto.

En la gráfica 2.4. se presentan los precios promedio anual de importación para el periodo (1983 – 1998).

2.6.Comercialización del producto.

La forma más común de comercializar la venta del producto es por medio de publicidad en revistas y periódicos de gran tiraje, así como los siguientes diccionarios de especialidades para la industria alimenticia. Así como también tener gente capacitada para la venta del producto de esta forma se dará a conocer la disponibilidad de ácido láctico.

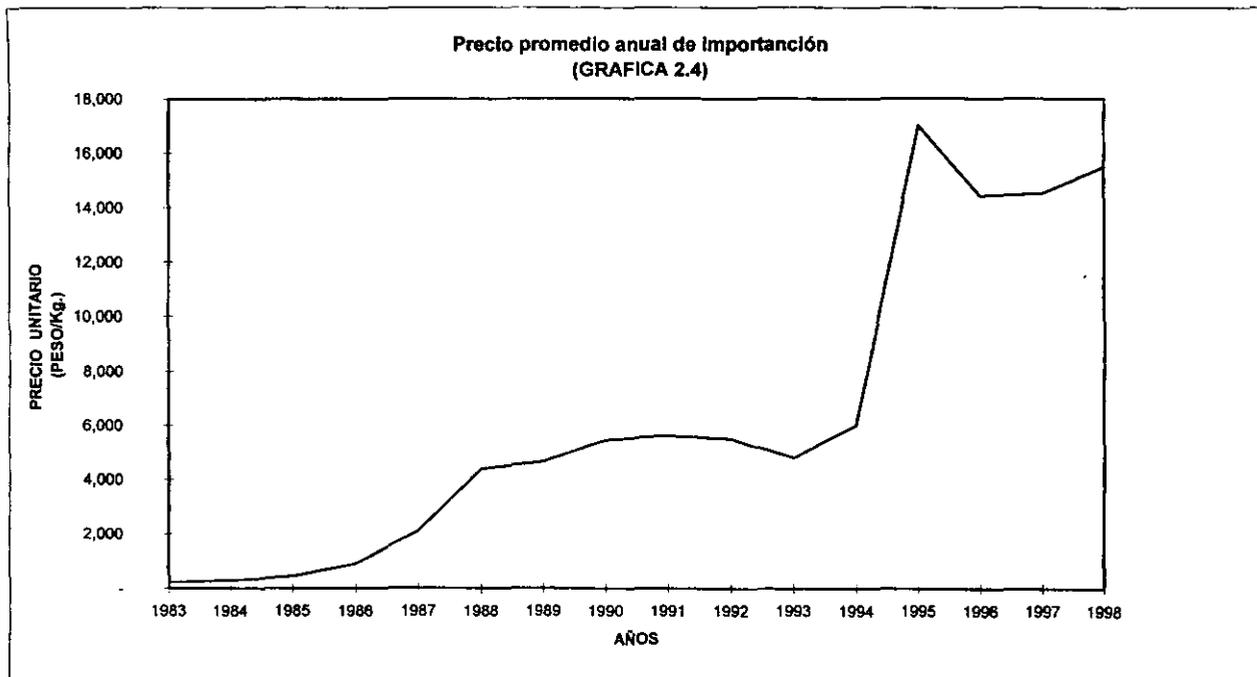
2.7. Presentación del producto.

Acido Láctico 50% FCC	Tambor de polietileno de 215 Kg.(479 Lb) Granel
Acido Láctico 80% FCC	Tambor de polietileno de 230 Kg.(507 Lb) Granel
Acido Láctico 88% FCC	Tambor de polietileno de 250 Kg.(551 Lb) Granel
Acido Láctico 88% FCC	Tambor de polietileno de 250 Kg.(551 Lb) Granel
Acido Láctico 85% FCC	Bidones de 65 % 67 Kg. Almacenado perfectamente bien cerrado Embace a temperatura ambiente.

Fuente: Directorio de la asociación nacional de la industria química A.C. pag. 26,1990.

2.8.Fletes.

Existen diferentes formas de manejar el ácido láctico dependiendo de su procedencia o lugar de origen. Generalmente el país productor hacia México se maneja y distribuye por medio de barcos mercantes que arriban a los principales puertos del país como son Veracruz, Coahuila, Tampico, Salina cruz y Mazatlán, de donde distribuyen al interior del país. Utilizando camiones o carros de Ferrocarril para transportarlo hacia los distribuidores de ácido láctico o a los consumidores directos.



Fuente: Banco de comercio exterior, S.N.C. 1999

Conclusiones del capítulo

Hasta este punto, la realización del proyecto es viable por las siguientes razones:

- a) Dado que la demanda del producto presenta una gran correlación con el PIB en el ámbito nacional, esto implica que el producto bajaría su consumo, con respecto al pronóstico, pero esta baja no es tan representativa en relación con la demanda proyectada, bajaría de 3.000 toneladas a 2.716 toneladas en un escenario de riesgo a excepción que ocurriera una recesión drástica.
- b) Con relación a que se tiene un crecimiento industrial del país, el déficit del ácido láctico aumentara en los próximos años, lo que representaría una buena aceptación del producto.

Capítulo III

Selección de la tecnología

Aspectos técnicos

Uno de los puntos indispensables para garantizar el éxito de cualquier proyecto industrial, radica en una cuidadosa selección del proceso o tecnología de producción. Al efectuar esta selección se deberán estudiar las distintas alternativas, escogiendo que sea factible de llevarse a cabo por facilidad de obtener insumos, existencias de maquinaria que cumpla con los requerimientos del proceso, generación de un producto que reúna las especificaciones del mercado y que en tamaño se ajuste a los volúmenes de producción previstos.

3.1. Tecnologías disponibles.

En los procesos para la obtención de ácido láctico, se cuenta básicamente, con dos procesos de fermentación el primero es por medio de fermentación de carbohidratos y el segundo se lleva a cabo por síntesis química. En la tabla 3.1. se muestran los diferentes tipos de obtención de ácido láctico.

Descripción de las principales tecnologías

American Maize-Products

Esta compañía emplea *Lactobacillus delbrucklii* para producir la mezcla racémica de ácido láctico. La bacteria se cultiva sucesivamente en un tubo de ensayo, en un frasco de 500 ml, y finalmente en un frasco de 6 litros conteniendo 3 litros del medio de cultivo. Después de 24 horas de incubación, se utiliza el cultivo para inocular los tanques de cultivo enchaquetados, de acero inoxidable con agitadores verticales. Los tanques de cultivo son cargados previamente con un medio acuoso utilizado como nutrientes cuya composición es la siguiente:

COMPONENTE	PORCIENTO
AZUCAR DE MAIZ	15.00
MALTA GERMINADA	0.375
FOSFATO DE AMONIO	0.250
CARBONATO DE CALCIO	10.00
AGUA	74.37

Tabla 3.1. Principales elementos para la obtención de ácido láctico

PROCESO DE:	MATERIA PRIMA	PRODUCTOS	REACCIONES	TIPO DE PROCESO	TIPO DE BACTERIA	REACTIVOS	OBSERVACIONES
AMERICAN MAIZE	DEXTROSA, O CAÑA DE AZUCAR	ACIDO LACTICO TECNICO Y COMESTIBLE, LACTATO DE CALCIO	$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{O} 2CH_3CCHO + 2H_2O$ $CH_3CCHO \xrightarrow{H_2O} CH_3CHOHCOOH$	FERMENTACION	LACTOBACILLUS DEL BRUCKII	FOSFATO DE AMONIO, CARBONATO DE CALCIO, HIDROXIDO DE CALCIO, ACIDO SULFURICO	SE UTILIZA MOLAZAS Y EL FOSFATO DE AMONIO COMO NUTRIENTE. EL CARBONATO DE CALCIO AMORTIGUA EL pH ACIDO QUE INHIBE LA FERMENTACION. EL ACIDO SULFURICO REGENERA EL ACIDO LACTICO
SHEFFIEL FARM CO.	LECHE ENTERA DE VACA O SUERO DE LECHE	LACTOSA CRUDA CASEINA LACTALBUMINA LACTOSA U.S.P. ALIMENTOS PARA ANIMALES	*****	FERMENTACION	LACTOBACILLUS DEL BRUCKII BULGARICUS	ACIDO MURIATICO 37% HIDROXIDO DE CALCIO	SE EMPLEA LECHE RECIENTE ODEADA, A LA CUAL SE ELIMINA UN 10% DEL VOLUMEN EN FORMA DE CREMA. EL ACIDO MURIATICO ACIDIFICA LA SOLUCION Y PERMITE QUE LA CASEINA SEA CUAJADA
SUGAR RESEARCH FOUNDATION	MELAZA, O CAÑA DE AZUCAR	ACIDO LACTICO CRUDO, METIL LACTATO	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_6H_{12}O_6$ $C_6H_{12}O_6 + CaO \rightarrow (CH_3CHOHCOO)_2Ca + H_2O$ $(CH_3CHOHCOO)_2Ca \xrightarrow[HCl]{2H_2O} CH_3CHOHCOOH$	SINTESIS	NO UTILIZA	OXIDO DE CALCIO HIDROXIDO DE CALCIO	LOS REACTIVOS SON MEZCLADOS Y CALENTADOS A PRESION; LA MEZCLA SE AGITA POR MEDIO DE UNA BOMBA DE BALANCEO. LOS PRODUCTOS DE REACCION SE ACIDIFICAN CON ACIDO SULFURICO PARA PRECIPITAR EL CALCIO
MONSANTO CO.	LACTONITRILO	ACIDO LACTICO TECNICO Y COMESTIBLE	$CH_2=CHCN \xrightarrow[HCl]{2H_2O} CH_3CHOHCOOH + NH_4Cl$	SINTESIS	NO UTILIZA	LACTONITRILO, ACIDO CLORHIDRICO	NO SE TIENE DATOS ACERCA DEL PROCESO

Fuente: Estudio de casos de factibilidad tecnologica ácido láctico, maestría en gestión de tecnología, Dr. Hugo Norberto Cicari Silveiras y et al. (1989)

El carbonato de calcio se utiliza como amortiguador para mantener el pH en el rango óptimo 5.8 a 6.0. Después de 24 horas de incubación a 120 °F, los tanques de cultivo se utilizan para inocular el fermentador con medio de igual composición. Un tanque de cultivo se utiliza para inocular los fermentadores de 30,000 galones. Los fermentadores pequeños se llenan a un volumen de 24,000 galones.

Los agitadores de los tanques de cultivo son dos brazos transversales sobre un " árbol " vertical de madera. El fermentador está equipado con agitador tipo propela de acero inoxidable localizado en un costado del tanque.

La temperatura en los fermentadores pequeños, se controlan haciendo circular agua proveniente de un tanque central de suministro a través de serpentines internos. Estos serpentines son de tubería de acero inoxidable de 2 " de diámetro, y con un área de transferencia de calor de 60 ft² . La temperatura en los fermentadores más grandes se controla individualmente y automáticamente manteniéndola a 120 °F, por medio de agua caliente que circula a través de serpentines. Los serpentines tienen aproximadamente 180 ft² de superficie de transferencia de calor.

La temperatura de operación de 120 °F está por encima de la temperatura óptima de fermentación para la mayoría de las bacterias, las cuales aparecen como contaminantes. Debido a esto, no es necesario calentar el medio para los tanques de cultivo o fermentadores para alcanzar la temperatura de pasteurización. Después de cada lote los tanques son lavados con agua caliente, se llenan con agua y se calientan a ebullición antes de ser rellenados nuevamente.

Cuando la concentración de azúcar ha disminuido del 15 % inicial a 0.10 % la fermentación se considera completa. El organismo se inactiva calentando el medio hasta 180 °F. El tiempo de fermentación varía de 4 a 8 días.

El ácido Láctico producido reacciona con el carbonato de calcio formando el lactato de calcio; la inhibición de la acción bacteriana por incremento de la acidez es así evitada. La solubilidad en el rango de 12 % al 15 % y esto por lo tanto limita la concentración final obtenible en la solución de ácido láctico.

Del fermentador el licor es bombeado a un tanque de asentamiento y decantamiento donde lima hidratada se adiciona hasta un pH de 10 y la temperatura es elevada a 180 °F. La elevada temperatura y el pH sirven para coagular la proteína presente facilitando la filtración subsecuente al ser más completa el asentamiento. Después del ajuste final del pH, la lechada se agita por 30 minutos y es seguida por un asentamiento de 2 a 6 horas.

El licor clarificado se descarta y bombeado al primer tanque del bloque; el todo del fondo se transfiere por gravedad a un tanque de asentamiento de lodos.

Las lechadas combinadas son filtradas a través de un filtro rotatorio construido de acero al carbón recubierto de goma y de acero inoxidable o de porcelana. El filtrado

va hacia el primer tanque de blanqueo combinado con licor del tanque de decantamiento. La torta de filtrado es lechada con agua y bombeada a otra sección de la planta para recuperar el producto.

Carbón vegetal activado se adiciona a la solución de lactato de calcio en el primer tanque de blanqueo en la proporción de 3 libras de carbón por 40 galones de lactato de calcio con una concentración promedio de 14 %. La mezcla es filtrada en un filtro prensa de platos de madera. El filtrado va hacia un tanque de suministro de evaporador y el carbón es reutilizado en el segundo tanque de blanqueo.

El licor de lactato de calcio blanqueado es concentrado en un evaporador de vacío de efecto simple a una concentración de 32 %. El evaporador es operado a una presión de 17 in de mercurio y a una temperatura de 160 °F, suficientemente alta para prevenir la cristalización. Los tubos del evaporador son de cobre de 2 in de diámetro, el cabezal de vapor es construido de aleaciones de bronce. El porcentaje promedio de evaporación es de 400 Lb de agua por hora.

El concentrado del evaporador es bombeado a los tanques de conversión del ácido construidos de madera, donde el ácido sulfúrico es adicionado. La proporción de ácido se controla manualmente para obtener la reacción completa con el lactato de calcio conforme entra al tanque.

El sulfato de calcio precipitado en el tanque de conversión es filtrado a través de un filtro rotatorio. El ácido láctico filtrado va hacia un segundo tanque de blanqueo, donde el carbón del primer, tercer y cuarto blanqueo es adicionado. La torta de filtrado es lechada en un tanque con la adición de bastante lima hasta un pH de 10 el sulfato de calcio lechado es bombeado hacia el tanque de asentamiento de lodos para actuar como un filtro adicional coadyuvado a la filtración de lodo proveniente del fermentador. La lechada del ácido láctico-carbón en el tanque de blanqueo es checada para ácido sulfúrico libre ó calcio soluble y el ajuste se realiza adicionando ácido sulfúrico o lima hidratada es descargada y el filtrado colectado en el tanque de suministro del evaporador.

Se dispone de dos evaporadores que son usados alternativamente para concentrar el ácido del 8 al 50 %. Ambos evaporadores son de acero inoxidable tipo 316. El primer evaporador es de efecto simple con una proporción de evaporación de 2000 a 6000 Lb. De agua/ hr. , Y el segundo evaporador es de efecto doble. El vacío es suministrado por medio de condensador barométrico y un eyector de vapor de doble etapa con intercondensador.

El concentrado de evaporador es bombeado a un tanque de blanqueo y tratamiento químico. En este tanque el ácido láctico al 52% es tratado con sulfuro de sodio para precipitar los metales pesados y un tercer blanqueo con carbón activado es dado a la solución, utilizando carbón nuevo, en este punto el ácido es checado por el

laboratorio de control de calidad para ver que este libre de ácido sulfúrico, metales pesados, olores y colores.

La lechada del tercer blanqueo es filtrada por medio de un filtro prensa, y la torta sé recircula al segundo tanque de blanqueo y el filtrado hacia el cuarto y último tanque de blanqueo.

Nuevamente se realiza un chequeo para control de calidad, la filtración final se realiza por medio de un filtro prensa en igual forma al realizado en el tercer blanqueo. El producto terminado va hacia en tanque de almacenamiento recubierto de vidrio a partir del cual barriles de roble blanco recubiertos de parafina o vidrio, y garrafones de vidrio son llenados y dispuestos para su embarque. El carbón del cuarto blanqueo es recirculado al tanque del segundo blanqueo.

Para obtener ácido láctico al 80 % grado comestible, el ácido al 52 % es recirculado del tercer filtro al tanque de suministro del evaporador y concentrado en el evaporador al 82 %, dándose un tratamiento adicional por medio de un blanqueo con carbón activado, y sulfuro de sodio para precipitar metales pesados y ajustar al 80% deseado. El ácido láctico grado técnico es obtenido en concentración de 44 y 80 % en peso.

El lactato de calcio puede ser procesado como producto final. El licor decantado o filtrado por medio de un filtro prensa hacia un tanque de madera de 6700 galones, carbón para blanqueo y sulfuro de sodio para la precipitación de metales pesados son adicionados en este tanque, y el pH es ajustado a 6.2 por adición de ácido láctico grado técnico al 52 % en peso.

El licor tratado va hacia un filtro prensa, el filtrado es descargado en un tanque de acero inoxidable de 4000 galones y la torta se mantiene para utilizar en el segundo tanque de blanqueo para obtener ácido láctico grado comestible. Del tanque de suministro el licor de lactato al 14 % se bombea a un evaporador atmosférico de cobre con una superficie de transferencia de 31.5 Ft². La proporción de evaporación es de 500 a 600 Lb de agua por hora. El licor se concentra al 30 % y se bombea a secador pulverizador, el aire secado es calentado a 500 °F por medio de serpentines por los cuales circula vapor suministrado por un quemador de gas, el flujo en el secador es a contra corriente y la temperatura de descarga es de 180 °F.

El producto se colecta en dos ciclones conectados en paralelo y un tercero en serie conectado a los dos primeros. Los ciclones descargan a un clasificador y el producto final es empaquetado en bolsas.

La Fig. 3.1 muestra el diagrama de flujo para la producción de ácido láctico.

La Fig. 3.2 muestra el diagrama de bloques para la producción de ácido láctico.

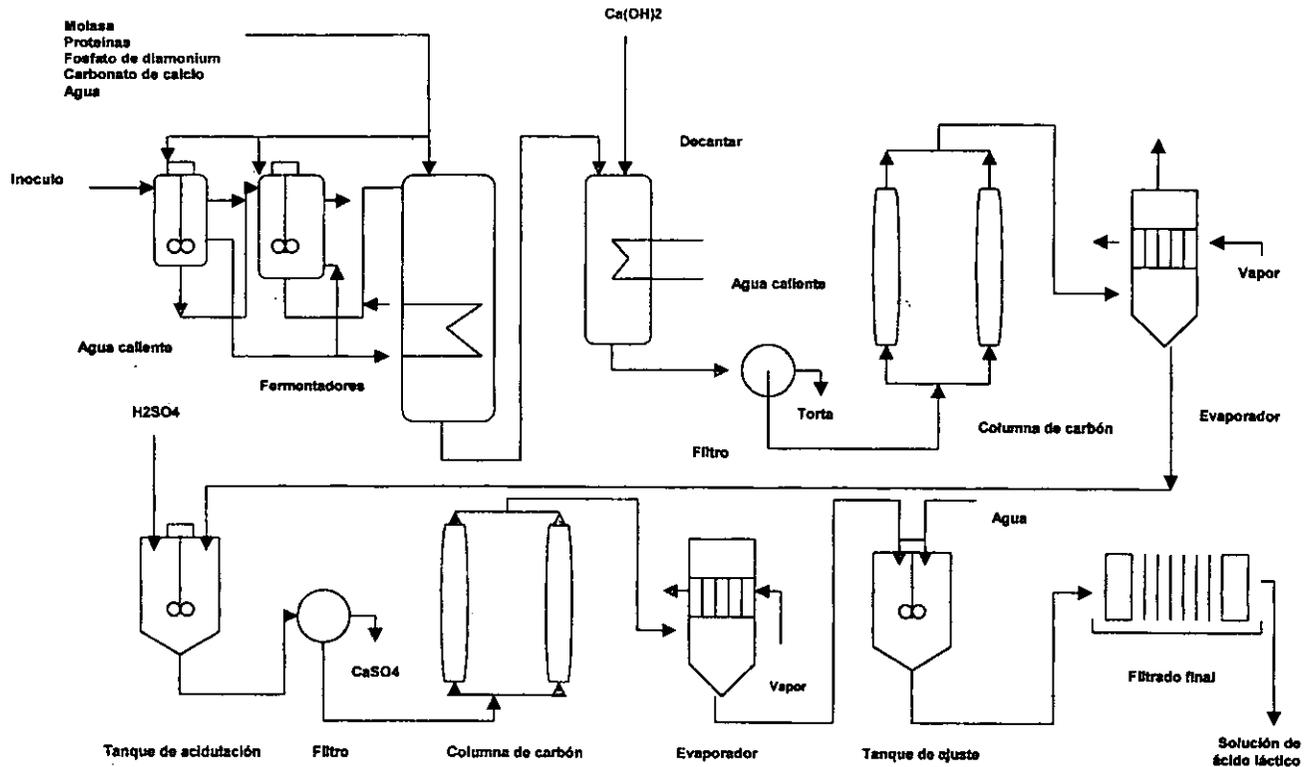
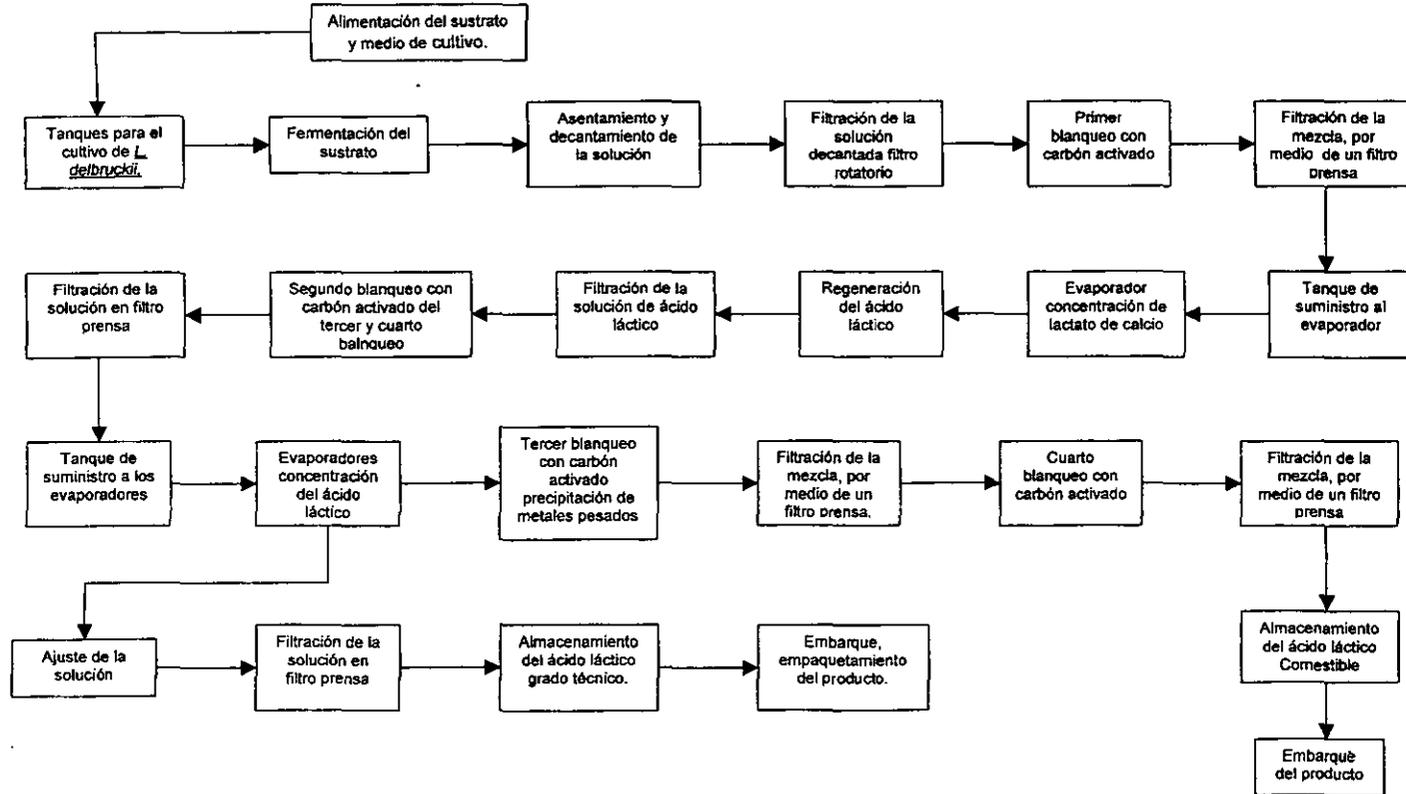


Fig.3.1 Diagrama de flujo para la producción de ácido láctico (proceso convencional a partir de dextrosa, molasa)

FIG.3.2

Diagrama de bloques para la producción de ácido láctico, en la planta de American maize-products



Fuente: Gordon C. Inskoop. "Acido Láctico del azúcar de maíz". Eng. Chem., Vol.44, Pág. 1958-1966, Año 1975.

3.1.1. Sheffield Farms Co.

La planta de Sheffield Farms Co. produce caseína, lactosa cruda, lactosa U.S.P., lactobumina y forrajes para animales. Sheffield emplea leche entera de vaca como materia prima, esta llega a la planta por medio de carros tanque de acero inoxidable, la leche se descarga directamente en los tanques de almacenamiento a una temperatura por debajo de 40 °F en concordancia con las regulaciones del Consejo de Salud. Generalmente la leche es separada inmediatamente, antes de entrar a los separadores de crema donde la leche es calentada a 90 °F para aglomerar las partículas de mantequilla grasa y permitir que la separación sea más completa. Se utiliza cuatro separadores de tazón tipo disco para eliminar del 8 al 10% del volumen de la leche en forma de crema, la leche desnatada es bombeada directamente hacia el tanque de agitación que alimenta a la maquina de caseína, la leche contiene del 8.5 al 8 % en peso de sólido.

El proceso se representa por medio de un diagrama de bloques en la Fig. 3.3 las condiciones en la maquina de caseína varían con el tipo de producto deseado, tanto la temperatura como la cantidad de ácido adicionado en esta parte del proceso tiene efecto sustancial sobre la estructura del cuajado que será formado. El cuajado es mayor y más firme a altas temperaturas, incrementando la cantidad la solubilidad de las sales presentes.

Entre más grande sea la goma de cuajado será más difícil de lavar y tiende a retener altas concentraciones de sales. Sin embargo, un cuajado mas fino produce una excesiva cantidad de finos que deben ser eliminados del suero por medio del agua de lavado y por lo tanto para obtener un producto más puro, se utiliza baja temperatura y mucho ácido durante el proceso de lavado.

Conforme la leche desnatada entra a la maquina de caseína es calentada por medio de agua caliente que circula a través de un calentador múltiple, y ácido apropiadamente diluido es adicionado para producir una caseína uniforme y de alta calidad. Posteriormente fluye hacia un tanque de nivel constante el cual esta controlado por medio de un flotador accionado por una válvula de loza de piedra y dentro de una recamara de acidificación, esta válvula es ajustada manualmente. El cilindro que se localiza dentro de los baffles, asegura que toda la leche entre en contacto con el ácido de modo que la caseína formada es más consistente.

El cuajado es pasado a través de una caja con baffles transversales completándose la precipitación de la caseína; el cuajado fresco cae en la mampara con casi un 85 % de agua y de aquí pasa al transportador que rompe el cuajado y drena el suero hacia la mampara. Cuando el cuajado la cima del transportador, contiene un 70 % de agua y cae por el rompiente del cuajado es lavado con agua caliente a una

temperatura de casi 100 °F evitando así que el cuajado llegue a endurecerse, de aquí pasa a un segundo transportador que descarga el cuajado sobre los rodillos con un 65 % de agua, al ser comprimido el cuajado se elimina un 15% de humedad. El cuajado con un 50% de humedad esta casi seco y puede ser transportado por medios mecánicos; el agua que drena por la mampara de los rodillos es colectada y drenada hacia un tamiz malla 30 para separar los finos de caseína a través de un asentamiento y ser transferidos posteriormente hacia la mampara inferior de la caja con baffles para mezclarse con la caseína seca la cual es producto del molino de separación y ser introducidos ambos al secador.

La caseína proveniente del secador contiene una humedad del 10 % aproximadamente, y es colectada en un ciclón pasando a través de un molino de rodillos con la finalidad de reducir la caseína a un grano de 20 o 30 en tamaño, el cual recirculado hacia el molino ó remezclado con los finos. Toda la caseína del molino de rodillos es empacada directamente y destinada hacia la sección de embarque.

El suero que sobrefluye en el tanque de asentamiento del suero, contiene casi un 6.4 % en peso de lactosa, proteínas y sales inorgánicas, este suero es bombeado hacia un tanque de tratamiento. El próximo paso en el procesamiento dependerá del tipo de proteínas que son deseadas. Si se desea obtener proteína pura a partir de suero, este es llevado a evaporación por introducción directa de vapor a 125 Lb/ft² durante 20 o 30 minutos para precipitar casi completamente la proteína presente en el suero.

El precipitado contiene casi 2/3 partes del nitrógeno contenido en el suero; el nitrógeno que no llega a ser precipitado es combinado por compuestos no proteinados. El precipitado es conocido como lactalbumina coagulada y contiene un 80 % de proteínas, 7% de cenizas y el resto como agua.

La mayor parte de las proteínas precipitadas, son recobradas en la forma de sales de calcio a través de la adición de lima hidratada en el tanque de suero hasta alcanzar un pH de 6.8 la adición de lima hidratada provoca que el contenido de nitrógeno descienda en casi un 75 % del total contenido en el suero. El nitrógeno restante permanece en proteínas fragmentadas de bajo peso molecular tales como aminoácidos, urea y sales de amonio.

El lactalbuminato de calcio precipitado contienen casi un 35 o 40 % de proteínas y del 35 al 40% de cenizas; las cenizas están constituidas por la mayor parte de las sales inorgánicas presentes en la leche original, sin embargo, la mayor parte de estas sales poseen un valor dietético y por lo tanto este material es destinado para su uso en la manufactura de alimentos para animales.

Después de completar la precipitación de la lactalbumina, el lote es enfriado y asentado por 15 o 20 minutos y el licor es decantado y bombeado hacia el filtro prensa, en dicho filtro se utiliza tierra de diatomáceas como un filtro auxiliar; el filtrado que

consiste en licor de azúcar claro, se bombea hacia la unidad recuperadora de lactosa. Si la torta de filtrado es proteína isoelectrica (lactalbumina), esta elimina de los platos y secada hasta una concentración de 5 % en peso de humedad por medio de un secador de túnel, el cual es mantenido a 165 °F y requiere de 12 a 14 hrs. De secado para obtener la concentración deseada. El producto seco es molido por medio de molinos de martillo utilizando un tamiz 0.038, y empacado inmediatamente para su venta o ser enviado a una planta hidrolizadora.

Cuando el lactalbuminato de calcio es obtenido, la torta de filtrado se alimenta a un transportador con tornillo mezclador para ser concentrado por medio de agotamiento de las aguas madres y aguas de lavado que provienen del cristizador de azúcar, Las cuales contienen un 60 o 65 % de sólidos, la concentración se lleva a efecto en un evaporador como el ejector es de acero inoxidable.

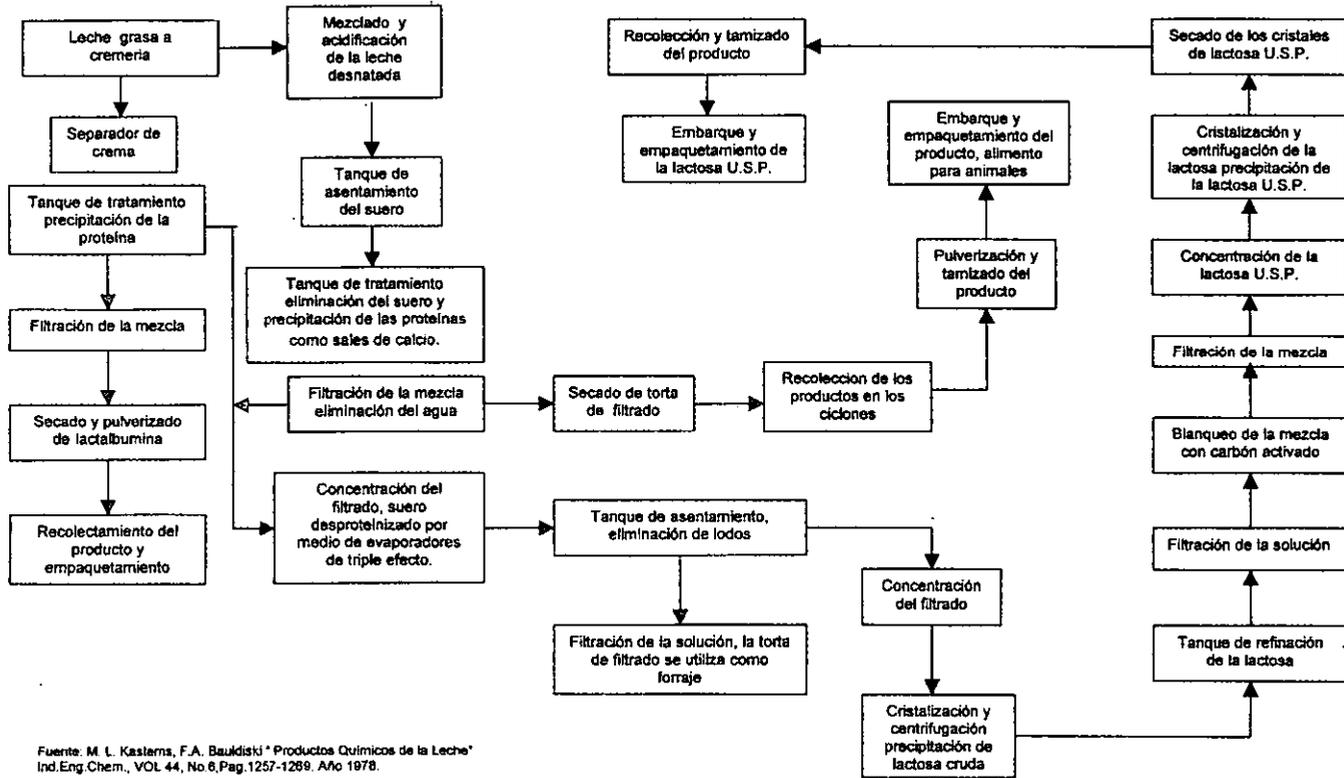
El filtrado al salir del filtro prensa es bombeado hacia un secador rotatorio y es mezclado con una proporción de 5 a 6 veces el peso del producto recirculado, al aire del secador es calentado por contacto directo con la flama del serpentín de calentamiento. El cilindro del secado esta acoplado adecuadamente con la elevación de los baffes, de modo que, el pulverizador es repetidamente calentado por medio de los gases calientes que entran a 700 °F y salen a casi 200 °F.

El producto secado contienen casi 25 % en peso lactosa, 33% de sales proteínicas, 30 % cenizas, 5 % de humedad y un 4 % de inertes. El producto seco es tamizado a través de un molino de martillos de azúcar-sales-proteínas en granos gruesos y regulares para posteriormente ser empaquetados.

El filtrado (suero desproteínizado) que proviene del filtro prensa de la sección de lactalbumina, y del filtro prensa de la sección de lactalbuminato de calcio es concentrado al 40 % en peso de sólidos por medio de un evaporador de triple efecto de acero inoxidable. El jarabe crudo de los evaporadores es bombeado hacia un tanque de asentamiento, permanente aproximadamente 12 hrs. Y calentando por inyección directa de vapor, para ser posteriormente filtrado por medio de un filtro prensa que emplea un recubrimiento de resina y tierra diatomáceas.

El filtrado es concentrado a casi un 60 % de sólidos por medio de un evaporador de efecto simple de acero inoxidable. El jarabe resultante es bombeado hacia un cristizador enchaquetado disminuyendo la temperatura hasta 30 °F provocando precipitación de lactosa en forma de cristales pequeños; al terminar la cristalización tanto el jarabe como los cristales son pasados a una centrífuga para reducir la humedad a 10 % aproximadamente, los cristales son lavados continuamente con agua caliente hasta que el agua de lavado sale clara.

Fig.3.3.
Diagrama de bloques para la producción de la lactosa



Fuente: M. L. Kastarns, F.A. Bauldicki * Productos Químicos de la Leche*
Ind.Eng.Chem., VOL 44, No.6, Pag.1257-1269. Año 1978.

Las aguas madres de la primera cristalización son recirculadas hacia el evaporador de efecto simple elevando la concentración de sólidos al 65 % ser retomado al cristallizador.

Durante esta segunda cristalización la concentración de sólidos es de 24 % pero solo un 7 % es lactosa, menos de $\frac{1}{4}$ parte de lactosa cruda es obtenida durante esta segunda cristalización; los cristales tienen un mayor contenido de cenizas y proteínas por lo que no son apropiados para su comercio, son de color oscuro y pegajoso por lo cual es difícil de secar empleando equipo convencional. Estos cristales son recirculados hacia el tanque de asentamiento; durante estas cristalizaciones casi el 65 % del total de lactosa presente es recuperada. Los cristales de la primera cristalización son secados directamente para producir lactosa cruda, los cristales húmedos que provienen de la centrifuga pasan directamente hacia un secador rotatorio y al salir de éste son transportados hacia la tolva la cual opera como dispositivo de embolsado.

Si se desea obtener lactosa de alta pureza, los cristales de lactosa cruda son redisueltos y se da tratamiento de blanqueo con carbón activado y posteriormente repetir las etapas de asentamiento, filtración, evaporación, centrifugación y secado de los cristales en igual forma a la realizada por este procedimiento es de calidad U.S.P. con una pureza de 99.9 % en peso, esta lactosa se emplea para la preparación de drogas y alimentos.

3.1.2. Sugar research foundation

Esta planta produce ácido láctico a partir de melaza y/o caña de azúcar cruda, la caña de azúcar es mezclada con óxido de calcio e hidróxido de calcio y son calentados bajo presión; los reactivos son agitados por medio de una bomba de balanceo en proporción de 58 veces por minuto. La mezcla es calentada eléctricamente y la temperatura es controlada automáticamente, la proporción de calentamiento es de 4 °C por minuto y el tiempo de reacción es tomada en el punto en el cual la temperatura de reacción es alcanzada.

Los productos de reacción al ser eliminados de las bombas, son calentados a ebullición, y el ácido sulfúrico apropiadamente diluido es adicionado hasta que el pH de la solución tiene un punto de acidez de 2.0 a 2.2.

Debido al carbonato de calcio formado durante la reacción, la precipitación del sulfato de calcio va acompañado por un gran desprendimiento de dióxido de carbono. El sulfato de calcio es filtrado y este a su vez es lavado con agua caliente; los filtrados

combinados constituyen el ácido láctico crudo, así llamado por ser este el principal componente de la solución

Para aislar y purificar el ácido láctico, la solución es concentrada por medio de un evaporador de efecto simple al vacío a una presión de 6 a 12 mm de Hg eliminado de esta forma el agua y materiales volátiles. El residuo no volátil se trata con vapor de metanol o contracorriente a una temperatura de 85 ó 95 °F en presencia de ácido sulfúrico como catalizador. Los ésteres metílicos así formados son volatilizados en la corriente del vapor de metanol, y la mezcla de alcohol, agua y ésteres son bombeados hacia una columna de agotamiento. Aquí la mayor proporción de alcohol es separada y recirculada.

Durante la esterificación de los ésteres metílicos son colectados en la base de la columna de agotamiento. Los ésteres son incoloros hasta el final de la reacción, posteriormente toman un ligero color café; los ésteres son utilizados en la preparación de plasticidas en resinas vinílicas.

3.1.3. Monsanto Co.

El proceso comercial está basado esencialmente en lactonitrilo que es usado como sub-producto de la síntesis de acrilonitrilo. Este se encuentra en su fase líquida y la reacción ocurre a presión atmosférica. El lactonitrilo crudo es recobrado y purificado por medio de una destilación y este a su vez hidroliza al ácido láctico, usando concentraciones de ácido sulfúrico produciendo las correspondientes sales de amonio y sus sub-productos. Este ácido láctico crudo es esterificado con metanol, produciendo lactato de metil, más tarde es recobrado y purificado por destilación y hidrolizado por agua debajo del ácido catalizador que produce el ácido láctico el cual es nuevamente concentrado, purificado, y embarcado bajo diferentes clasificación de productos, y el metanol es reciclado.

No se dispone información suficiente para este proceso.

3.2 Análisis de las variables del proceso

Las variables del proceso consideradas en la producción de ácido láctico son las siguientes:

1. Microorganismos Usados
2. Carbohidratos Convenientes
3. Temperatura de Fermentación
4. Concentración de Azúcares
5. Relación de Oxígeno

6. Potencial de Hidrogeno (pH)
7. Factor de Crecimiento
8. Nutrientes Accesorios
9. Duración de la Fermentación
10. Rendimiento
11. Selección del Organismo Apropriado
12. Régimen de Flujo
13. Medio de Cultivo
14. Agitación
15. Espumación

1. - Microorganismos usados

Los organismos que pueden ser usados para la producción de ácido láctico por fermentación son: *Lactobacillus delbrückii*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus leichmannii*, y *Streptococcus Lactis*. Todos estos organismos son homofermentativos.

El tipo de organismo que debe ser seleccionado para realizar una fermentación depende, principalmente, del carbohidrato que ha de ser fermentado y de la temperatura a la cual se va a utilizar. Por ejemplo: Para fermentar leche o suero puede ser usado *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, o *Streptococcus lactis*, siendo preferido el *Lactobacillus bulgaricus*. En la fermentación de sacarosa, dextrosa o maltosa puede ser empleados el *Lactobacillus leichmannii*, o *Lactobacillus bulgaricus*. Frecuentemente el *Lactobacillus delbrueckii* es usado con otro productor de ácido láctico tal como el *Lactobacillus bulgaricus* o el *Streptococcus Lactis* para fermentar almidones hidrolizados.

En un primer método de clasificación las verdaderas bacterias o microorganismos que producen ácido láctico pueden ser divididas en dos grupos. Un grupo está constituido por aquellas bacterias las cuales convierten los materiales carbohidratados en el ácido láctico como el principal producto final. Kluyver y Donker han sugerido que este grupo sea llamado las bacterias " homofermentativas " productoras de ácido láctico por fermentación industrial, las más conocidas son: *Lactobacillus delbrückii*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus leichmannii*, *Bacillus dextralácticus* y *Streptococcus lactis*; en contraste con un segundo grupo de bacterias de ácido láctico las cuales, además del ácido láctico, producen ácidos volátiles y dióxido de carbono en gran cantidad y para el cual ellos proponen el nombre " heterofermentativas ". El último grupo incluye bacterias como *Lactobacillus brevis* (activo en la fermentación de la col) , *Lactobacillus buchneri*, *Leuconostoc dextranicum*,

Leuconostoc mesenteroides, *Lactobacillus lycopersici* y *Lactobacillus acidophilus* aerógenos. Además de esas bacterias, mohos y fermentos de ácido láctico además de otros metabolitos. El ácido láctico y acéticos, etanol, glicerol y bióxido de carbono son los productos finales de mayor importancia formados por estas bacterias heterofermentativas. Estos organismos son de poco uso para la fabricación de ácido láctico industrialmente. Por otra parte se dice que es homofermentativa cuando el contenido del ácido láctico producido en relación con los otros es de 80 %.

En la fermentación es necesaria que las cepas microbianas tanto de bacterias como de hongos filamentosos, posean en forma mínima las siguientes características:

1. Deben ser resistentes a concentraciones elevadas de azúcares lo cual significa una presión osmótica considerablemente alta para una célula común.
2. Presentar una considerable resistencia a concentraciones elevadas del producto final, debido a que el producto final principal de la fermentación actúa sobre el organismo, inhibiendo el empleo de azúcar adicional. Por otra parte, la inhibición por ácidos se acentúa cuando el producto de ionización de estos se encuentra por abajo del pKa del ácido.

Requisitos nutritivos: los requisitos nutritivos de las bacterias de ácido láctico, especialmente los miembros del genero *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, y *Streptococcus*, son bastante complejos. Diversas vitaminas del complejo B y ciertos aminoácidos son requeridas por el crecimiento de un número de estos microbios, además de los elementos usuales.

El extracto de levadura y las coles de malta pueden ser usados como fuentes de vitaminas del complejo B en medio de cultivo usados para el aislamiento, crecimiento, y mantenimiento de las bacterias de ácido láctico. Ocasionalmente la adición de tiamina extra puede ser necesaria para el crecimiento de algunas especies.

2. - Carbohidratos convenientes para su utilización.

Un gran número de carbohidratos no tóxicos, subproductos o residuos pueden ser utilizados como sustratos en la fermentación para la producción de ácido láctico. El ácido láctico es generalmente producido a partir de glucosa, sacarosa o lactosa. Los productos conteniendo almidón, es decir, almidón de maíz, almidón de papas o almidón de arroz, pueden ser hidrolizados hasta maltosa y glucosa, antes de la fermentación, por enzimas, o por ácidos (de preferencia ácido sulfúrico), en donde emplean valores de pH ácido y altas temperaturas. La xilosa es fermentada por *Lactobacillus pentosaceticus* para producir ácido láctico y ácido acético, principalmente. Las melazas y el suero de la leche son generalmente fuentes de azúcar más baratas para la fermentación. De la

lactosa que es obtenida en la leche desnatada, suero de la mantequilla y del suero de la leche, un gran porcentaje puede ser usado en la producción de ácido láctico. La caña de azúcar, remolacha azucarera o melazas. El licor del sulfito residual de la pulpa de papel y la alcachofa Jerusalén son fuentes potenciales de ácido láctico.

También los siguientes materiales han sido usados como sustratos en la fermentación: el jugo de toronja, los zuros de maíz (olotes), sémolas de trigo y dextrosa, y subproductos de almidón.

La elección del carbohidrato usado dependerá de su disponibilidad su fermentabilidad, con su tratamiento preliminar, y su costo.

De los procesos descritos, por razones de carencia de materia prima y mala calidad de la misma, se considera inoperante el que parte del suero de la leche, del suero del queso, de la lactosa.

Se consideran viables los procesos que parten de mieles incristalizables, el que parte de fermentación de almidones y el que parte de la sacarosa.

La fermentación de almidones se considera que en México hay disponibilidad suficiente de maíz, cebada de papa, por lo que se considera conveniente, ya que la materia prima se encuentra en abundancia de buena calidad y de buen precio. Sin embargo, las materias ricas en fécula, han de ser previamente hidrolizadas, bien por tratamiento con ácido metálico o mediante las enzimas sacarificantes de la malta.

Con respecto a la fermentación de la sacarosa, se considera que presenta grandes ventajas en cuanto a materia prima, organismo apropiado, conducción de la acción microbiana, recuperación de producto.

La sacarosa es uno de los sustratos de carbono que ha encontrado uso para la producción de ácido láctico, la razón es porque las impurezas en los sustratos de carbono crudo interfieren con la recuperación y purificación del ácido láctico a partir de la fermentación una vez que ha terminado, lo cual la sacarosa se reduce considerablemente.

Incluso, se puede diseñar una planta, cuyo equipo pueda utilizarse indistintamente, sacarosa, almidones de papa con cebada, mieles incristalizables, suero de leche, azúcar de uva, jugo de toronja, zuros de maíz (olotes) o alguna otra materia prima parecida.

Por lo que se puede cambiar libremente de materia prima, ya que todas utilizan lechada de cal y ácido sulfúrico, y se obtiene en todos los casos como subproducto sulfato de calcio y albuminoides, en el caso de la leche se obtiene lactalbumina. Al cambiar de materia prima se debe cambiar en algunos casos de microorganismos para la fermentación.

La concentración del sustrato en el medio influye directamente en la velocidad de crecimiento de los organismos.

En general además del carbohidrato, el medio de cultivo debe contener una fuente nitrogenada compleja de tipo proteica y factores de crecimiento.

3. - Temperatura de la fermentación

La fermentación de ácido láctico es realizada a temperatura relativamente altas, la temperatura de operación influye en el metabolismo del microorganismo ya que la velocidad de un proceso función de la temperatura. Esto sin embargo, se verifica en un estrecho intervalo de temperatura, pues, la velocidad disminuye al aproximarse a la temperatura de inactivación del microorganismo.

En las fermentaciones industriales es ventajoso un crecimiento rápido, el que se logra aproximadamente a 45°C. En el caso del *Lactobacillus delbrueckii*, pero esta temperatura no es constante a lo largo del proceso ya que existe una fase de crecimiento que se lleva a esta temperatura y otra de formación y liberación del producto que se efectúa a una temperatura mayor. La influencia de la temperatura en el crecimiento de los microorganismos se debe a la relación que tiene ésta con los procesos energéticos de su metabolismo.

4. - Concentración de azúcar.

El azúcar en maltas remojadas es normalmente ajustada hasta una concentración de 5 a 20%, dependiendo de la naturaleza de la materia prima y las condiciones del proceso.

5. - Relación de oxígeno.

Las bacterias usadas para producir industrialmente ácido láctico son usualmente microaerofilas o anaerobias, es decir, la fermentación no exige la intervención del oxígeno, aunque pueda resistir algo. Sin embargo, el *Streptococcus lactis* es menor en sensitiva de oxígeno y por consiguiente, puede ser considerado un anaerobio facultativo.

6. - Potencial de hidrogeno (pH)

La fermentación procede mejor cuando el pH está sobre el lado ácido, pero cercano a la neutralidad. Debido a la adición de carbonato de calcio, hidróxido de calcio, o algún otro agente neutralizante para la fermentación de la malta remojada, el pH tiende aproximarse a la neutralidad. El pH puede ser mantenido a un valor constante por control continuo, con el uso de amoníaco, carbonato de amonio, carbonato de calcio, o mezclas de sodio, potasio, y carbonato de amonio como agente neutralizante.

Los microorganismos siguen la misma línea general de mostrar una velocidad máxima de crecimiento en un intervalo limitado de pH, con inactivación completa o muerte en cualquiera de los dos extremos. Sin embargo no se debe entender que todo el proceso debe realizarse al nivel de crecimiento óptimo, sino que, como en el caso de la

temperatura se tienen dos fases: La fase de crecimiento y la fase de formación y liberación del producto, las cuales se llevan a cabo a potenciales de hidrógeno diferentes.

El control continuo del pH en la fermentación del ácido láctico es una ventaja, puesto que el rendimiento y velocidad de producción puede ser incrementados.

Si el ácido láctico no fuera neutralizado, las bacterias de ácido láctico no podrían tolerar la alta acidez desarrollada y la fermentación no podría continuar hasta el final.

El hidróxido o carbonato de calcio o zinc puede ser adicionado al principio de la fermentación o intermitentemente a medida que la fermentación progresa.

El control de pH más que la fuente nitrogenada es decisiva en la producción de ácido láctico. La fermentación se modifica a diferentes valores de pH. Conforme la concentración de hidrogeniones se eleva, la fermentación se hace más lenta, este efecto se debe fundamentalmente a los ácidos no disociados. El pH para el cultivo de bacterias lácticas se encuentra en un rango de 5 y 9.

7. - Factores de crecimiento para las bacterias de ácido láctico.

Ciertos factores de crecimiento parecen ser esenciales para ciertas bacterias de ácido láctico. Se ha dicho que el cultivo de las bacterias lácticas en forma pura requiere de la preparación de un medio de cultivo complejo al cual se debe de adicionar nitrógeno proteico y necesita la presencia de aminoácidos en el medio de cultivo; pero también es necesario adicionar factores de crecimiento, algunos de los cuales son las bases púricas, pirimídicas y ácidos grasos de cadenas largas. También han reportado a la riboflavina (Orlan-Jensen) la cual fue requerida por ciertas bacterias de ácido láctico para el desarrollo normal. La preparación de un concentrado activo a partir de extracto de hígado el cual fue esencial para el crecimiento normal de las especies de bacterias de ácido láctico.

Se demostró que es una sustancia activa fue ácido pentoténico. El ácido nicotínico estimuló el crecimiento y la producción de ácido por algunas bacterias lácticas.

La fermentación láctica generalmente ocurre en substratos ricos en proteínas. Los factores de crecimiento son suministrados por las coles de malta u otros substratos orgánicos nitrogenados, pero la concentración empleada en el medio es mantenida en el nivel mas bajo posible para evitar una acumulación de impurezas que podrían interferir con la recuperación de ácido láctico a partir del caldo de fermentación.

Los requerimientos también se logran satisfacer empleando extractos de levadura a jugos frescos de plantas, como el tomate.

8. - Nutrientes necesarios en la fermentación.

El buen rendimiento y el tiempo corto de la fermentación dependen de la especie, cantidad, y combinación de los nutrientes accesorios los cuales suministran nitrógeno orgánico solubles y sustancia estimulantes biológicamente.

9. - Duración de la fermentación.

La fermentación usualmente suele complementarse de 1 a 6 días si se parte de concentraciones que se encuentran entre 5 y 20 % de azúcar.

10. - Rendimiento

En procesos controlados para la producción de ácido láctico se logra un rendimiento de 85 a 90% sobre las bases de azúcar fermentada los cuales son muy comunes, También han sido obtenidos rendimientos más altos ocasionalmente.

11. - Selección del organismo apropiado.

El *Lactobacillus delbrueckii* crece con gran rapidez en malta a temperaturas comprendidas entre 44° y 50°C. Un inóculo de un litro en un caldo de cultivo de 1,000 litros puede alcanzar la población máxima en 12 – 14 horas. A temperatura de 50° a 55°C. Sin ningún cuidado especial, el cultivo permanece muy puro. La contaminación se suprime por la temperatura elevada, la rápida propagación y el ácido láctico y los antibióticos formados. Esas células no móviles, que no forman esporas delgadas y largas, forman a menudo cadenas de una longitud de varios cientos de micras. Exigen algunos aminoácidos y factores de crecimiento, que existen en cantidad suficiente en la malta. El *Lactobacillus delbrueckii* fermenta la glucosa, la fructosa, la maltosa, la sacarosa, la lactosa y las dextrinas y las convierte en ácido láctico. Una temperatura superior a 70°C. Lo destruye en 10 minutos.

Generalmente se prefieren las bacterias termofílicas del tipo *delbrueckii*, las cuales muestran su actividad óptima a 50 °C. Esa fermentación elimina la mayor parte de los problemas de contaminación y permite usar un medio de cultivo el cual ha sido solamente pasteurizado. El *Lactobacillus delbrueckii* es de importancia industrial.

El *Lactobacillus delbrueckii* es un microorganismo a bacteria homofermentativa que convierte casi todo el carbohidrato en ácido láctico como el principal producto final de la fermentación. Este Organismo como fuente de producción se ve favorecido por el hecho de que el ácido láctico obtenido a partir de este presenta mejores propiedades.

12. - Régimen de flujo.

Un ciclo de fermentación a régimen discontinuo consta de cuatro etapas las cuales expresadas mediante modelos matemáticos son:

ESTA TESIS NO SALE ⁷⁹
DE LA BIBLIOTECA

- a) Fase inicial: se inocula y se observa un crecimiento mínimo en el número de células.
- b) Fase Logarítmica: en la que existe un crecimiento rápido y un incremento Considerablemente en el número de células.
- c) Fase estacionaria: El nivel de las células no varían ya que éstas no se se pueden multiplicar indefinidamente.
- d) Fase de muerte: el número de células decrece en forma exponencial.

El régimen continuo ofrece ventajas muy grandes frente a los discontinuos. El régimen continuo se aplica a procesos físicos o reacciones químicas relativamente rápidas y a demandas elevadas del producto.

Estas ventajas pueden resumirse así:

1. El tiempo no productivo, esto es, el invertido en limpiar, llenar, calentar, enfriar y vaciar, puede ser reducido drásticamente.
2. Esto afecta a la carga útil de la planta, en el sentido de que puede emplearse instalaciones y edificios más pequeños,
3. El trabajo puede reducirse de modo apreciable, en parte, por que es fácil mecanizar algunas operaciones.
4. Los controles automáticos y los sistemas de alarma son mucho más fáciles de insertar, y a su vez, pueden simplificarse tareas de inspección.
5. El proceso puede mantenerse en condiciones de reacción óptima, insensiblemente a los ciclos de calentamiento y enfriamiento, lo cual puede producir mejores rendimientos con menos reacciones secundarias.
6. Se mejoraría la uniformidad del producto.

Frente a estas ventajas, existen ciertos inconvenientes posibles:

1. Aunque la planta sea pequeña, la instrumentación y los utensilios de manipulación mecánica puede hacerla igualmente costosas.
2. El diseño y operación de tales instalaciones requiere personal técnicamente formado.
3. Este tipo de trabajo implica un aumento de algunos gastos, por el pago de tarifas honorarias más elevadas y la provisión de vapor de agua y otros servicios de laboratorio a lo largo de toda la semana.

4. El rendimiento manual de los obreros nocturnos no suele ser tan elevado como el de los diurnos y existen algunas dificultades para lograr una supervisión que sea lo bastante eficiente.

La fermentación continua es aquella en la cual el medio nutritivo fresco es adicionado continua o intermitentemente al recipiente de fermentación, acompañado por una correspondiente salida continua o intermitente de una porción del medio para la recuperación de las células o de los productos de fermentación. En cambio, un proceso de fermentación discontinuo es aquel donde un grave volumen del medio nutritivo es inoculado y el desarrollo y síntesis bioquímica son realizados solamente hasta que los rendimientos máximos han sido obtenidos. En este punto la fermentación discontinua es detenida para la recuperación del producto, el fermentador es limpiado y esterilizado para iniciar una nueva fermentación.

La industria basada en procesos de fermentación deben operar necesariamente por un sistema de relevos, puesto que tales procesos tienen un ciclo de operación de varios días.

Aparentemente la fermentación continua parecería ser el mejor procedimiento porque el equipo está en uso constante con poco tiempo y teóricamente, después de la inoculación inicial, no es requerida otra producción de inóculo. Sin embargo los problemas inherentes con proceso de fermentación continua frecuentemente no permiten su realización, ya que hay limitaciones bastantes rigurosas para el tiempo de operación.

- a) Bajo condiciones de cultivo continuo, algunos microorganismos desarrollan mutaciones bioquímicas y morfológicas.
- b) Se presentan problemas físicos como la separación del micelio.
- c) La contaminación accidental puede llegar a ser una grave y quizá pueda ser mas grave que una operación discontinua, ya que el sistema proporciona, en todo momento, excelentes condiciones de multiplicación.
- d) El rendimiento del producto en una fermentación continua suele ser apreciablemente menor en relación con el obtenido en un proceso discontinuo.

El régimen discontinuo presenta algunas ventajas como son instrumentación simple, un mínimo de personal técnico par su operación, costos de operación y mantenimiento bajos, flexibilidad y facilidad de operación.

13. - Medios de cultivo

En la producción de ácido láctico a partir de sacarosa utilizando *Lactobacillus delbrueckii* se utiliza el medio líquido (cultivo sumergido), debido a que la difusión de dióxido de carbono es mayor (para su eliminación) que en un medio semisólido.

Por lo general la elección del sustrato depende del nutriente, de su disponibilidad y precio. En la industria han de vencerse grandes dificultades para hacer uso de materias primas baratas y de ser posible se eligen aquellas que no solo contengan los carbohidratos precisos sino también otros factores de crecimiento.

Dos elementos indispensables en todos los medios de cultivo son el fósforo y el nitrógeno. Los fosfatos juegan un papel esencial en los mecanismos de transferencia de energía en todos los procesos biológicos, y en la mayoría de los microorganismos pueden utilizarse directamente en forma de sales inorgánicas y suelen incorporarse como sal potásica o amónica. El nitrógeno es un componente específico de las proteínas, ácidos nucleicos y de casi todas las moléculas complejas que intervienen en la elaboración de materia viva y debe suministrarse siempre que se requiera un proceso de multiplicación, algunos microorganismos pueden asimilarlo como ion amonio y otros como nitrato.

14. - Agitación.

La fermentación de la sacarosa utilizando *Lactobacillus delbrueckii* es anaeróbica, es decir libre de oxígeno. La agitación es importante en el mantenimiento de un medio ambiente deseable para el crecimiento del organismo y la producción del ácido láctico en cultivos sumergidos. El diseño de tanques de fermentadores y el establecimiento de condiciones de variables de control.

La agitación del medio en el fermentador se produce por medio mecánico y por la ascensión de las burbujas de gas a través de la unidad. La agitación mecánica se suministra por propelas rotatorias, por turbinas o por dispositivos similares.

La agitación en la producción de ácido láctico en cultivos sumergidos es muy importante ya que de este factor depende el crecimiento del microorganismo, así como la formación del ácido láctico.

Al incrementar la velocidad de agitación da como resultado un aumento en la velocidad de crecimiento, así como una mayor producción de ácido láctico.

15. - Espumación

La espumación se presenta en sistemas coloidales. El sistema esta compuesto por una fase dispersa y un medio de dispersión; el tamaño de las partículas que forman estos sistemas se encuentran entre 10 EXP -07 y 10 EXP -05 cm.

Debido al contacto entre la fase líquida y el gas, se presentan fenómenos en la interfase que se caracterizan por la reacción alta de superficie / volumen. La variable

principal que afecta a este fenómeno, es la tensión superficial (γ), que es la fuerza que tiende a hacer que el líquido asuma un estado de mínima energía.

Para evitar la espumación se aplica un agente antiespumante, el cual provoca una disminución en la tensión superficial.

La espumación es producida por la agitación y el burbujeo del gas en el cultivo. La espumación es un fenómeno indeseable debido a que disminuye la difusión del bióxido de carbono del medio.

La espumación se puede eliminar por destrucción mecánica o mediante un agente antiespumante. El dispositivo mecánico puede ser una simple pala.

En la tabla 3.2, resume las características más importantes de los procesos seleccionados, facilitando el análisis y la comparación de las ventajas y desventajas de los procesos seleccionados. Este análisis nos permitirá realizar la selección del proceso más factible (técnicamente y económicamente) para la producción de ácido láctico.

En las matrices de comparación podemos observar una selección más detallada de los procesos seleccionados.

Tabla 3.2 Comparación de los procesos de producción de ácido láctico.

Variables	AMERICAN MAIZE	SHEFFIELD FARMS	SUGAR RESEARCH
Materia prima	Azúcar de maíz, dextrosa; caña de azúcar	Leche entera de vaca	Caña de azúcar, remolacha, melaza
Productos	Ac. Láctico grado comestible, lactato de calcio	Caseína, lactalbumina, aluminato de calcio, lactosa cruda, lactosa U.S.P., forrajes	Ác. Láctico grado técnico, comestible metil lactato
Tiempo de reacción	4 a 6 días	ND	30 minutos
Temperatura de reacción en °F	120	110 - 112	228 - 241
No. de equipos	30	44	ND
Rendimiento	85 - 90%	70 - 80%	90%
Tipo de bacteria	<i>Lactobacillus delbrückii</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	No emplea
Tipo de reactor	Tanque agitador enchaquetado	Tanque agitador enchaquetado	Reactor tubular continuo
Volumen procesado	24,000 galones	45,000 galones	100,000 galones
Catalizador ácido	Ácido sulfúrico	Ácido clorhídrico	Ácido sulfúrico
Producción anual de ácido láctico	1,920,000	40,000,000	5,000,000
Factor de operación	92%, 340 días del año, 7 días a la semana, 24 hrs.	92%, 340 días del año, 7 días a la semana, 24 hrs.	92%, 340 días del año, 7 días a la semana, 24 hrs.
Impurezas	Ácido sulfúrico, metales pesados, proteínas y sales de calcio	Proteínas, cenizas, fosfato de calcio	Cloruros, otros ácidos
Envases	Barriles de roble blanco, carretes tanque, garrafones de vidrio, recubiertos de goma	Bolsas de plástico, cartón	Barriles y carros tanque
Métodos de purificación	Filtración y bloqueo con carbón activado	Filtración cristalizada	Evaporación, filtración, esterificación

Fuente: Estudios de casos de factibilidad tecnológica Ácido láctico, Maestría en gestión de tecnología, Dr. Hugo Norberto Citarí Silveira y et. al. (1988).

3.3. Selección de las tecnologías

Los procesos seleccionados para producir ácido láctico son:

- Proceso de American Maize-Products Co. , Para obtención de ácido láctico (técnico comestible) y de lactato de calcio.
- Proceso de Sheffield Farms Co., para obtención de lactosa (cruda y U.S.P.), caseína y otros derivados.
- Proceso de Sugar Research Foundation and Eastern Regional Research Laboratory, para obtención de ácido láctico.

A continuación se mencionan las ventajas y desventajas de los procesos seleccionados.

American Maize Products

Ventajas:

- Flexibilidad en materia prima, en general cualquier materia con alto contenido de carbohidratos (dextrosa).
- Se obtiene un alto rendimiento, 85 % de la hexosa fermentable.
- Se produce ácido láctico en tres grados, ácido láctico grado técnico al 44% y 80%; ácido láctico grado comestible al 50 % y 80 %; ácido láctico grado plástico al 50 % y 80 %.
- La temperatura de operación (120 °F) esta por encima de la temperatura óptima de fermentación para la mayoría de las bacterias o levaduras que suelen aparecer como contaminantes.
- La planta puede operar las 24 horas del día durante 7 días a la semana, con factor de operación de 92 % (340 días al año)
- El estado final del producto es forma líquida, simplificando los problemas de aplicación en la industria alimenticia, farmacéutica, y en general en la mayor parte de la empresa.
- La adición de carbonato de calcio neutraliza el pH ácido del medio, evitando que la acción bacterial sea inhibida.

Desventajas:

- El tiempo para que se lleve a efecto la fermentación es elevado de 4 a 6 días, por lo cual la producción es limitada.

- La solubilidad del lactato de calcio a la temperatura de fermentación es del 12 % al 15 % y esto por supuesto limita la concentración final obtenible.
- Este proceso de fermentación no es factible de operar con menos de 3 turnos por día.
- El cultivo inicial de la bacteria deberá ser proporcionado por algún organismo ó departamento de agricultura, o laboratorios clínicos privados que trabajan este tipo de bacterias
- Se presentan problemas de corrosión.
- La adición de nutrientes aumenta el contenido de sólidos en la solución del ácido láctico.
- La solución de ácido láctico crudo contiene metales pesados como impurezas (hierro) que deberán ser eliminados en forma de sulfuros, por lo que contenido de sólidos se eleva.

Sheffield Farms Co.

Ventajas:

- Se obtiene una alta producción de lactosa, 40 millones de libras anuales.
- A partir de la materia prima (leche entera de vaca) utilizada en el proceso, se obtienen importantes cantidades de otro subproducto tales como caseína (20 millones de libras anuales), y 154 millones de libras de proteínas pulverizadas de suero.
- La grasa contenida en la leche, es fácilmente separada por calentamiento y agitación al romper la emulsión obteniéndose como subproducto.
- La planta opera las 24 horas del día durante 7 días a la semana, con un factor de operación de 92 % (340 días al año).
- La temperatura de operación es de 110 °F, por lo que sé factible utilizar agua para realizar el calentamiento.
- El estado final del producto es en forma sólida facilitando la operación de empaquetamiento y embarque.
- El producto se obtiene con alta pureza (99.9%)

Desventajas:

- Para obtener un producto casi puro, se utiliza mucho ácido y bajas temperaturas por lo que los problemas de corrosión aumentan.
- Este proceso no es factible de operarse con menos de 3 turnos por día.

- El suministro de materia prima es muy irregular, ya que su composición varía con las estaciones del año, con la alimentación de la vaca y el volumen producido de leche.
- Se tienen altos costos de energía para llevar a cabo la concentración de las soluciones.
- Requieren filtros auxiliares para obtener la concentración (pureza) deseada, y un último de asentamiento de los cristales de 12 horas por lo que la operación no es del todo continua.

Sugar Research Foundation.

Ventajas

- El tiempo de reacción es bajo (30 minutos), por lo que la operación es continua.
- No requiere el uso de bacterias y por lo tanto el uso del medio nutriente, por la concentración de sólidos es bajo.
- La planta opera las 24 horas del día durante 7 días a la semana durante 340 días al año.
- Flexibilidad en materia prima, remolacha, caña de azúcar, melaza.
- Se obtiene un alto rendimiento, 95 % de la hexosa fermentable.

Desventajas:

- El pH ácido de la solución provoca problemas de corrosión.
- Debido a la formación del carbonato de calcio durante la reacción, la precipitación del sulfato de calcio se ve acompañada por un gran desprendimiento de dióxido de carbono presentando problemas de contaminación.
- La reacción se lleva a cabo a bajas presiones, por lo que el costo del control se ve incrementado.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, y que la demanda en el mercado nacional es alta ya que la planta a diseñar esta proyectada para una capacidad de 3000 toneladas, el proceso seleccionado es el de American Maize – Products.

Selección de tecnología			
Criterios de selección	Alternativas		
	American Maize	Sheffiel Farms	Sugar Research
1.Costo de la tecnología	9	8	7
2.Disponibilidad	9	8	7
3.Calidad de los productos obtenidos	9	9	8
4.Costos de producción	8	9	8
5.inversión requerida	9	8	9
6.Rendimiento	9	9	7
7.Flexibilidad de operación	8	8	7
8.Posibilidad de desarrollo futuro	8	8	8
9.Subproductos y residuos del proceso	9	8	7
10.Ciclo de vida	9	9	9
11.Total	87	84	77

Fuente: Elaboración propia

Los criterios de selección utilizados son los más representativos para evaluar las diferentes tecnologías propuestas, en esta última matriz de selección de tecnología se evalúa numéricamente, obteniendo la calificación más alta a la tecnología, la cual se adecua a nuestras necesidades en función de la rentabilidad y productividad deseada. En la gran mayoría de los países industrializados se reconoce la necesidad de apoyar al desarrollo tecnológico de las empresas particulares, cada vez que los modelos de financiamiento privado no están en posibilidades de enfrentar problemas como los que se señalan a continuación.

- a) El manejo de incertidumbre. El sistema financiero (privado) es capaz de manejar el riesgo. Riesgo es la probabilidad de que ocurra un evento adverso; puede expresarse recurriendo a la comparación de varios escenarios y es posible predecirlo con cierto margen de error. En cambio la incertidumbre es la imposibilidad de concebir el escenario.
- b) La apropiabilidad de la innovación. Es consabido que los beneficios sociales de la innovación superan con creces los privados y que el innovador debe compartir la rentabilidad.

La repercusión de los acuerdos de libre comercio

Los gobiernos apoyan el desarrollo tecnológico e industrial con numerosos mecanismos de los cuales el financiamiento a la innovación no es más importante.

(ver cuadro 5.b)

Las normas de organización Mundial de Comercio son cada vez más restrictivas en materia de subsidios a las inversiones o a las exportaciones, al tiempo que legitiman los tecnológicos.

Cuadro 5.b.
OCDE: Estructura de los Incentivos Gubernamentales al sector empresarial.1989

Objetivo de política	Participación en Los Incentivos
Promoción de Inversiones	29
Desarrollo regional	21
Investigación y desarrollo	11
Exportación.	18
Desarrollo de sectores específicos	10
Pequeñas y medianas empresas	7
Capacitación.	4

Fuente: Financiamiento gubernamental al sector empresarial, Julio 1998.

Los apoyos a la Innovación en México.

El crecimiento de esfuerzo público en ciencia y tecnología en México ha sido escaso: el gasto federal en este rubro pasó de 0.43 % del PIB en 1980, a 0.28 % en 1987 y a 0.44 % en 1994. En ese período el gasto privado pasó de aproximadamente 15 a 22 por ciento total.

El Fondo de Investigación y Desarrollo para la Modernización Tecnológica (Fidetec), puesto en operación por el Conacyt y Nafin en 1992, provee de garantías y financiamiento de largo plazo para la investigación precomercial de las empresas.

El Bancomex tiene una línea de crédito similar para generar o adquirir tecnología y en 1996 inició un programa para subsidiar totalmente los diagnósticos tecnológicos de

empresas exportadores. Asimismo, en el artículo 27 de la Ley de Impuesto a la Renta se utiliza deducir hasta 1 % de las ventas para inversiones en innovación y desarrollo, y un 0.5 % adicional si se cumplen ciertos criterios establecidos por el Conacyt. Asimismo, la ley permite una depreciación acelerada, a tasas de 35 % anual del equipamiento dedicado a innovación y desarrollo.

Conclusiones del capítulo.

El análisis de cada una de las variables del proyecto nos ha llevado a la selección de la tecnología de American Maize, en este apartado hay que hacer mención que la tecnología encontrada no es de punta para la producción del ácido láctico, más sin embargo fue la que más se adecuó a nuestras necesidades tanto en la satisfacción de la demanda proyectada, así como en la utilización de materia prima con la que se cuenta en nuestro país. Esto nos beneficia en el sentido de poder bajar nuestros precios de producción para poder tener una mejor competitividad con un producto de buena calidad y bajo costo.

Se puede predecir que la competencia en un mercado, donde se cuenta con una economía abierta puede ser determinante para la implementación de nuevos proyectos y uno de los factores más sensibles podría ser la selección de tecnología ya que de esta depende la calidad y el precio de nuestro producto.

Capítulo IV

Localización de la planta

Localización óptima del proyecto.

El objetivo general de este punto es llegar a determinar el lugar donde se va a instalar la planta, tomando en cuenta, todos los factores que puedan determinar esta ubicación, ya que está influye directamente en nuestro costo de producción.

4. Localización de la planta.

La localización correcta de la planta es tan importante para su buen éxito como la selección de un buen proceso. A fin de determinar el sitio mas adecuado para la localización de la planta industrial, se deben tener en cuenta los factores más importantes que intervienen en la instalación de una planta, así como los lugares de la República que parecen ser los mas adecuados o que están siendo promovidos para esos efectos de acuerdo a las políticas establecidas por el Plan Nacional de Desarrollo. Los diversos factores se pueden agrupar en:

- Factores Geográficos.
- Factores Políticos
- Factores sociales
- Factores Económicos.

Cada uno a su vez tiene su propia subdivisión.

Factores geográficos

- a) Comunicación.
- b) Climatología
- c) Contaminación Atmosférica.
- d) Desastres Naturales
- e) Agua
- f) Desechos

Factores Políticos

- a) Aspectos Fiscales
- b) Políticas Federales y Estatales

Factores Sociales

- a) Población
- b) Estudios de la población
- c) Índice general de bienestar

Factores Económicos

- a) Materia prima
- b) Mercado
- c) Agua

- d) Mano de Obra
- e) Electricidad
- f) Combustible Industrial
- g) Huelgas
- h) Transporte
- i) Tarifas y transporte

Dentro de los factores determinantes para la localización de la planta los que deben de considerarse más importantes para este tipo de industria son los factores geográficos y factores económicos.

4.1. Análisis comparativo de costos de producción para la localización de la planta.

Los factores más importantes de la localización de la planta son:

4.1.1. Ubicación de los centros proveedores de materia prima y distribuidores de ácido láctico.

Distribuidores de materia prima

CARBONATO DE CALCIO	ESTADO
CO2 DE MEXICO S.A. DE C.V.(F)	D.F.
DISTRIBUIDOR DE IND.VARIAS,S.A. DE C.V.(D)	EDO. MEXICO
DISTRIBUIDOR QUIMICA MEXICANA S.A. DE C.V.(D)	EDO. MEXICO
GALVANOQUIMICA MEXICANA S.A. DE C.V.(D)	EDO. MEXICO
KOPRIMO S.A DE C.V.(D)	D.F.
LIQUID CARBONIC DE MEXICO S.A. DE C.V.(F)	VERACRUZ
MALLINCKRODT BAKER S.A. DE C.V.(D)	EDO. MEXICO
MATERIAS PRIMAS S.A. DE C.V.(D)	PUEBLA, GUADALAJARA,MTY,CULIACAN TORREON, S.L.P.
MERCK-MEXICO S.A.(D)	EDO.MEXICO

(F) Fabricantes , (D) Distribuidores

Fuente: Directorio de la Industria Química Mexicana, 1996-1997.

Distribuidores de materia prima

FOSFATO DIAMONICO	ESTADO
ALBRIGHT & WILSON TROY DE MEX. S.A. DE C.V.(F)	VERACRUZ
DISTRIBUIDORA QUIMICA MEXICANA S.A. DE C.V.(D)	EDO.MEXICO
HERVI,S.A DE C.V. (F)	QUERETARO
RHONE-POULENC DE MEXICO S.A. DE C.V. (D)	D.F.
HIDROXIDO DE CALCIO	
MALLICKRODT BAKER, S.A. DE C.V. (D)	EDO.MEXICO
FERROCIANURO DE SODIO	
PRODUCTOS QUIMICOS MARDUPOL S.A. DE C.V. (D)	D.F.
CYTEC DE MEXICO S.A. DE C.V.(D)	JALISCO
PRODUCTOS QUIMICOS MONTERREY S.A. DE C.V. (F)	MONTERREY
AYUDA FILTRO	
BASF MEXICANA S.A. DE C.V.(D)	TAMPICO,EDO.MEXICO
CELITE MEXICO S.A. DE C.V.(D)	D.F.

(F) Fabricantes . (D) Distribuidores
Fuente: Directorio de la Industria Química Mexicana, 1996-1997.

Distribuidores de materia prima

ACIDO SULFURICO	ESTADO
ALBRIGHT & WILSON TROY DE MEX. S.A. DE C.V.(F)	VERACRUZ
AGROGEN S.A. DE C.V.(F)	QUERETARO
AKSO NOBEL CHEMICALS S.A. DE C.V.(D)	EDO. DE MEXICO
ATLANTA QUIMICA S.A. DE C.V.(D)	D.F.
CASA MOLINA FONT,S.A.	D.F.
CELULOSA Y DERIVADOS S.A. DE C.V.(F)	D.F.
DROGUERIA COSMOPOLITA S.A. DE C.V.(D)	D.F.
FENOQUIMIA S.A. DE C.V. (F)	VERACRUZ,HGO.
GALVANOQUIMICA MEXICANA S.A. DE C.V.	EDO.DE MEXICO
HERVI S.A. DE C.V. (D)	QUERETARO
MALLINCKRODT BAKER S.A. DE C.V.(D)	EDO. DE MEXICO
MATERIAS PRIMAS S.A. DE C.V.(F)	PUEBLA, GUADALAJARA, MTY LEON, MATAMOROS, TAMP.
QUIMICA FLUOR S.A. DE C.V.(F)	TAMAULIPAS
UNIVEX, S.A DE C.V.(F)	GUANAJUATO

(F) Fabricantes, (D) Distribuidores

Fuente: Directorio de la Industria Química Mexicana, 1996-1997.

Distribuidores de materia prima

SULFURO DE SODIO	ESTADO
ALCALIS Y SOLUCIONES S.A. DE C.V.(D)	D.F.
ATLANTA QUIMICA S.A. DE C.V (D)	D.F.
BASF MEXICANA S.A. DE C.V.(F)	TAMPICO,EDO. DE MEXICO
CELULOSA Y DERIVADOS S.A DE C.V (F)	D.F.
FMC DE MEXICO S.A DE C.V.(D)	D.F.
GALVANOQUIMICA MEXICANA S.A. DE C.V (D)	EDO.DE MEXICO
MALLINCKODT BAKER S.A. DE C.V.(D)	EDO. DE MEXICO
MATERIA PRIMA S.A DE C.V. (D)	PUEBLA, GUADALAJARA, MTY, CULIACAN, S.L.P.
PENNWALT S.A. DE C.V.(D)	EDO.DE MEXICO
PRODUCTOS QUIMICOS MARDUPOL S.A. DE C.V. (D)	D.F.
QUIMICA CENTRAL DE MEXICO S.A. DE C.V.(F)	GUADALAJARA
QUIMICA DEL REY S.A. DE C.V.(F)	COAHUILA
SOLVENTES Y PRODUCTOS S.A. DE C.V.(D)	D.F
SULFATO DE VIESCA S.A DE C.V(F)	COAHUILA

(F) Fabricantes, (D) Distribuidores

Fuente: Directorio de la Industria Quimica Mexicana, 1996-1997.

Distribuidores de materia prima

CARBON ACTIVADO	ESTADO
CASA MOLINA FONT, S.A.(D)	D.F.
CELITE MEXICO S.A. DE C.V. (D)	D.F.
CHARLOTTE CHEMICAL INC.(D)	D.F.
CLARIMEX S.A DE C.V (D)	HIDALGO
GALVANOQUIMICA MEXICANA S.A DE C.V.(D)	EDO.DE MEXICO
GRUPO ICI MEXICO S.A. DE C.V (D)	EDO.DE MEXICO
PRODUCTOS QUIMICOS MARDUPOL S.A DE C.V. (D)	
QUIMICA FRANCO MEXICANA S.A. DE C.V.(D)	D.F.
SOLVENTES Y PRODUCTOS QUIMICOS S.A. DE C.V. (D)	D.F.
DISTRIBUIDORES DE ACIDO LÁCTICO	
CENTRAL DE DROGAS S.A. DE C.V.(D)	EDO.DE MEXICO
MALLINCRODT BAKER S.A. DE C.V.(D)	EDO.DE MEXICO
QUIMPLEX S.A.(D)	D.F.
RHONE-POLENC DE MEXICO S.A. DE C.V.	D.F.

(F) Fabricantes, (D) Distribuidores
Fuente: Directorio de la Industria Química Mexicana, 1996-1997.

Como se observa en lo expuesto anteriormente, la mayoría de los distribuidores de materia prima como del producto se localizan en la zona centro del país, por lo tanto una selección a priori del sitio de localización de la planta será el estado de México.

4.1.2. Sueldos y salarios de empleo y obreros de parques industriales

El promedio nacional de los gerentes de planta (Uno de los más altos niveles del parque industrial) se encuentra alrededor de 9,400.00 dólares mensuales y de los obreros no calificados varía desde 0.16 dólares la hora en Matamoros, Tamaulipas, hasta 7.6 dólares en Ayala, Morelos.

Tarifas de servicio, como el agua y la energía eléctrica.

Los precios del agua en México van desde 0.14 dólares por metro cúbico en la ciudad de Oaxaca, hasta 2.4 dólares por metro cúbico en la ciudad de Aguascalientes. La tarifa de energía eléctrica en México es una de las más bajas a nivel Mundial, el precio promedio de la tarifa OM (demanda menor a 300 kw) es de 0.006 dólares (antes impuestos) por kilowatt-hora.

4.2. Disponibilidad de servicios.

El contar con la disponibilidad de servicios en los sitios elegidos para localizar la planta es de suma importancia, por ser necesario para la operación y funcionamiento de la planta de proceso así como también, ser parte integral de los costos de operación los cuales conforman e influyen sobre la inversión total en la planta de proceso. A continuación listamos los servicios requeridos para el proceso.

- a) Energía eléctrica
- b) Agua (potable)
- c) Combustible (gas natural)
- d) Mano de obra
- e) Eliminación de desechos (drenajes)
- f) Transporte e infraestructura
- g) Otros servicios

Las siguientes tablas muestran los principales centros de desarrollo industrial (parque y ciudades industriales) con las que cuenta la República Mexicana, así como los servicios con los que cuenta cada centro.

**ENERGIA ELECTRICA
CUOTAS APLICABLES DE TARIFA OM*
(MAYO 1998)**

ESTADO	CIUDAD	DOLARES POR KW DE DEMANDA MAXIMA MEDIDA	DOLARES POR KW-HR DE ENERGIA CONSUMIDA
NORTE			
BAJA CALIFORNIA	MEXICALI	4,534	0.038
	TIJUANA	4,534	0.038
B.C. SUR	LA PAZ	5,020	0.051
COAHUILA	SALTILLO	4,716	0.036
CHIHUAHUA	CD. JUAREZ	4,737	0.036
	CHIHUAHUA	4,737	0.036
DURANGO	DURANGO	4,737	0.036
NUEVO LEON	MONTERREY	4,737	0.036
SINALOA	CULIACAN	4,580	0.036
SONORA	HERMOSILLO	4,580	0.036
TAMAULIPAS	CD. VICTORIA	4,580	0.036
ZACATECAS	ZACATECAS	5,580	0.037
CENTRO			
AGUASCALIENTES	AGUASCALINETES	5,130	0.037
D.F.	D.F.	5,130	0.038
EDO. MEXICO	TOLUCA	5,130	0.038
GUANAJUATO	LEON	5,130	0.037
GUERRERO	CHILPANCINGO	5,130	0.037
MORELOS	CUERNAVACA	5,130	0.038
QUERETARO	QUERETARO	5,130	0.037
S.L.P.	SAN LUIS POTOSI	5,130	0.037
SUR			
CAMPECHE	CAMPECHE	5,298	0.039
CHIAPAS	TUXTLA GUTIERREZ	5,130	0.037
OAXACA	OAXACA	5,130	0.037
QUINTANA ROO	CHETUMAL	5,298	0.038
TABASCO	VILLAHERMOSA	5,130	0.037
YUCATAN	MERIDA	5,298	0.037
ORIENTE			
HIDALGO	PACHUCA	5,130	0.037
PUEBLA	PUEBLA	5,130	0.037
TLAXCALA	TLAXCALA	5,130	0.037
JALAPA	JALAPA	5,130	0.037
OCCIDENTE			
COLIMA	COLIMA	5,130	0.037
JALISCO	GUADALAJARA	5,130	0.037
MICHOACAN	MORELIA	5,130	0.037
NAYARIT	TEPIC	5,130	0.037

Costos Industriales en México 1999, Una Guía para el Inversionista Extranjero

Fuente: Subdirección de Distribución, Gerencia Comercial de la Comisión Federal de Electricidad

Tipo de cambio \$9.00 pesos por dólar, Junio de 1998

*Media tensión con una demanda menor a 300 kilowatts

GAS NATURAL		
ESTADO	CIUDAD	DOLARES POR MILLONES DE BTU'S
NORTE		
BAJA CALIFORNIA	MEXICALI	---
	TIJUANA	---
B.C. SUR	LA PAZ	---
COAHUILA	SALTILLO	2,237
CHIHUAHUA	CD. JUAREZ	2,922
	CHIHUAHUA	2,580
DURANGO	DURANGO	---
NUEVO LEON	MONTERREY	---
SINALOA	CULIACAN	---
SONORA	HERMOSILLO	---
TAMAULIPAS	CD. VICTORIA	---
ZACATECAS	ZACATECAS	---
CENTRO		
AGUASCALIENTES	AGUASCALINETES	---
D.F.	D.F.	2,408
EDO. MEXICO	TOLUCA	2,189
GUANAJUATO	LEON	---
GUERRERO	CHILPANCINGO	---
MORELOS	CUERNAVACA	---
QUERETARO	QUERETARO	2,304
S.L.P.	SAN LUIS POTOSI	2,304
SUR		
CAMPECHE	CAMPECHE	---
CHIAPAS	TUXTLA GUTIERREZ	---
OAXACA	OAXACA	---
QUINTANA ROO	CHETUMAL	---
TABASCO	VILLAHERMOSA	1,951
YUCATAN	MERIDA	---
ORIENTE		
HIDALGO	PACHUCA	2,189
PUEBLA	PUEBLA	2,161
TLAXCALA	TLAXCALA	2,161
JALAPA	JALAPA	---
OCCIDENTE		
COLIMA	COLIMA	---
JALISCO	GUADALAJARA	2,713
MICHOACAN	MORELIA	2,304
NAYARIT	TEPIC	---

Costos industriales en México 1999, Una Guía para el Inversionista Extranjero

Fuente: Subdirección de Gas Natural, Gerencia de Ventas.

PEMEX-Gas y Petroquímica Básica (PGPB)

Notas: Hay ciudades que no se observa precio debido a que algunos sectores de la República Mexicana

No llega la red de ductos de PGPB y por lo tanto no se comercializa el gas natural.

BTU's British Termics Units.

Tipo de cambio \$9.00 pesos por dólar. Junio de 1998

Nota: Al mes de abril de 1998.

COMBUSTOLEO		
ESTADO	CIUDAD	DOLARES POR METRO CUBICO
NORTE		
BAJA CALIFORNIA	MEXICALI	97,882
	TIJUANA	89,751
B.C. SUR	LA PAZ	82,138
COAHUILA	SALTILLO	84,688
CHIHUAHUA	CD. JUAREZ	116,186
	CHIHUAHUA	106,921
DURANGO	DURANGO*	84,594
NUEVO LEON	MONTERREY*	76,623
SINALOA	CULIACAN*	84,594
SONORA	HERMOSILLO	94,133
TAMAULIPAS	CD. VICTORIA	77,511
ZACATECAS	ZACATECAS	81,657
CENTRO		
AGUASCALIENTES	AGUASCALINETES	93,217
D.F.	D.F.	NO SE VENDE
EDO. MEXICO	TOLUCA	90,374
GUANAJUATO	LEON	88,041
GUERRERO	CHILPANCINGO	97,589
MORELOS	CUERNAVACA	92,140
QUERETARO	QUERETARO	92,178
S.L.P.	SAN LUIS POTOSI	94,624
SUR		
CAMPECHE	CAMPECHE	90,714
CHIAPAS	TUXTLA GUTIERREZ	89,363
OAXACA	OAXACA	88,202
QUINTANA ROO	CHETUMAL	108,394
TABASCO	VILLAHERMOSA*	74,324
YUCATAN	MERIDA*	90,714
ORIENTE		
HIDALGO	PACHUCA	90,166
PUEBLA	PUEBLA	93,963
TLAXCALA	TLAXCALA	92,480
JALAPA	JALAPA*	80,240
OCCIDENTE		
COLIMA	COLIMA	90,534
JALISCO	GUADALAJARA	96,343
MICHOACAN	MORELIA	89,562
NAYARIT	TEPIC	99,157

Costos Industriales en México 1999, Una Guía para el Inversionista Extranjero

Fuente: Subdirección Comercial, Gerencia Comercial de PEMEX-Refinación

Tipo de cambio \$9.00 pesos por dólar, Junio de 1998

*Precio en el centro distribuidor más cercano

AGUA		
ESTADO	CIUDAD	DOLARES POR 200 METROS CUBICO
NORTE		
BAJA CALIFORNIA	MEXICALI	170,318
	TIJUANA	262,506
B.C. SUR	LA PAZ	261,367
COAHUILA	SALTILLO	250,444
CHIHUAHUA	CD. JUAREZ	88,889
	CHIHUAHUA	195,221
DURANGO	DURANGO	143,333
NUEVO LEON	MONTERREY	238,422
SINALOA	CULIACAN	126,961
SONORA	HERMOSILLO	89,111
TAMAULIPAS	CD. VICTORIA	121,622
ZACATECAS	ZACATECAS	149,804
CENTRO		
AGUASCALINETES	AGUASCALINETES	507,111
D.F.	D.F.	136,222
EDO. MEXICO	TOLUCA	280,444
GUANAJUATO	LEON	265,333
GUERRERO	CHILPANCINGO	480,000
MORELOS	CUERNAVACA	39,900
QUERETARO	QUERETARO	226,667
	SAN LUIS POTOSI	180,000
SUR		
CAMPECHE	CAMPECHE	67,333
CHIAPAS	TUXTLA GUTIERREZ	115,111
OAXACA	OAXACA	28,089
QUINTANA ROO	CHETUMAL	198,000
TABASCO	VILLAHERMOSA	61,111
YUCATAN	MERIDA	87,778
ORIENTE		
HIDALGO	PACHUCA	117,556
PUEBLA	PUEBLA	127,778
TLAXCALA	TLAXCALA	61,111
JALAPA	JALAPA	76,222
OCCIDENTE		
COLIMA	COLIMA	68,889
JALISCO	GUADALAJARA	135,244
MICHOACAN	MORELIA	155,556
NAYARIT	TEPIC	199,556

Costos Industriales en México 1999, Una Guía para el Inversionista Extranjero

Fuente: Agua: consulta directa a los sistemas, juntas comisionadas de agua potable y alcantarillado de las distintas ciudades

Tipo de cambio \$9.00 pesos por dólar, Junio de 1998

Nota: el cobro de el agua es Bimestral en ciudades como el Distrito Federal, Toluca, Merida y Coñima.

4.3. Otros factores

Estímulos fiscales: El territorio mexicano se divide en tres zonas prioritarias de estímulos fiscales. Tales estímulos, son otorgados por el gobierno mexicano de acorde al lugar en donde se desarrolle la actividad industrial en México se estipulan de la siguiente manera las tres zonas.

- Zona I : Zona de estímulos preferenciales.
- Zona II : Zona de prioridades estatales.
- Zona III : Zona de ordenamiento y regulación.

Los estímulos fiscales establecidos en el decreto consisten en créditos contra impuestos federales del tipo de certificados de promoción fiscal expedidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

El otorgamiento de estímulos fiscales, son dados a todas aquellas personas o empresas cuya inversión sobre una industria tenga como finalidad el ampliar cualquier actividad industrial prioritaria, es decir, toda aquella inversión que tiene como característica:

- Impulsar el desarrollo de la pequeña industria.
- Aumentar el empleo.
- Propiciar la mayor y mejor utilidad de la capacidad instalada.
- Estipular la inversión destinada al desarrollo económico del país.
- Fomentar la producción nacional de los bienes de capital.

El monto del importe de los certificados de promoción fiscal, se determina de acuerdo. Al monto de la inversión realizadas, la tabla siguiente lista los porcentajes correspondientes en cuanto se refiera a la ubicación del sitio de inversión.

Tabla 4.1. Estímulos fiscales (Ubicación por zona)

ACTIVIDADES INDUSTRIALES PRIORITARIAS	UBICACIÓN	% ESTIMULOS
AUMENTO DEL EMPLEO	EN CUALQUIER PARTE DEL TERRITORIO NACIONAL	20
ESTIMULACION A LA INVERSION DESTINADA AL DESARRIOLLO ECONOMICO DEL PAIS	ZONA I	15
IMPULSAR LA PEQUEÑA EMPRESA	ZONA I Y II	10-15
FOMENTO DE LA PRODUCCION NACIONAL DE LOS BIENES DE CAPITAL	ZONA III	10

Fuente: " Guía del desarrollo industrial ", Fidein, Nacional Financiera, 1989.

4.4. Análisis de la selección de alternativas.

Cada una de las zonas geoeconómicas, cuenta con algún parque industrial o ciudad industrial, la siguiente tabla muestra el parque o ciudad industrial con que cuenta cada estado de la República Mexicana.

ESTADO	CIUDAD	NOMBRE DEL PARQUE O CIUDAD INDUSTRIAL
AGUASCALIENTES	AGUASCALIENTES	C.I. AGUASCALINETES
BAJA CALIFORNIA	GONZALEZ ORTEGA MEXICALI TIJUANA	C.I. EL VIGIA P.I. MEXICALI C.I. BARRANQUITAS C.I. LOS PINOS
COAHUILA	MONCLOVA PIEDRAS NEGRAS TORREON COAHUILA	P.I. MONCLOVA P.I. PIEDRAS NEGRAS P.I. BERMUDEZ P.I. LAS TORRES
DURANGO	DURANGO GOMEZ PALACIOS	C.I. DURANGO P.I. LAGUNERO
GUANAJUATO	CELAYA IRAPUATO LEON	P.I. CELAYA P.I. IRAPUATO P.I. LEON
HIDALGO	TIZAYUCA	C.I. TIZAYUCA
JALISCO	GUADALAJARA OCOTLAN	P.I. LOS ALAMOS C.I. OCOTLAN
EDO. DE MEXICO	CUEMANTLA EL ORO LA LUZ NEZAHUALCOYOTL TENANGO TOLUCA ATLACOMULCO	C.I. CUAMANTLA P.I. EL ORO P.I. LA LUZ P.I. NEZA P.I. TENANGO P.I. LERMA P.I. ATLACOMULCO

(P.I.) Parque industrial, (C.I.) Ciudad Industrial.

Fuente: Banco Nacional de Comercio Exterior "Una guía para el inversionista", 1999

ESTADO	CIUDAD	NOMBRE DEL PARQUE O CIUDAD INDUSTRIAL
MICHOACAN	LAZARO CARDENAS	C.I. LAZARO CARDENAS
GUERRERO	IGUALA	C.I. IGUALA
MORELOS	CUERNAVACA	P.I. CIVAC
NAYARIT	TEPIC	C.I. NAYARIT
NUEVO LEON	LINARES	P.I. LINARES C.I. ARCO VIAL
PUEBLA	PUEBLA	C.I. EL CONDE C.I. RESURECCION P.I. 5 DE MAYO
QUERETARO	QUERETARO	P.I. BENITO JUARES C.I. QUERETARO
SAN LUIS POTOSI	S.L.P.	C.I. S.L.P.
SINALOA	MAZATLAN	C.I. PORTUARIA BUENFIL
SONORA	GUAYMAS NOGALES	C.I. PESQUERA R. SANCHEZ P.I. NOGALES P.I. HERMOSILLO P.I. CD. OBREGON
TABASCO	VILLAHERMOSA	C.I. VILLAHERMOSA
TAMAULIPAS	MATAMOROS	P.I. MATAMOROS
TLAXCALA	XICHTENCATL	P.I. XICOHOTENCATL
VERACRUZ	VERACRUZ	C.I. FRAMBOYAN
YUCATAN	MERIDA	C.I. FELIPE C. PUERTO

(P.I.) Parque Industrial , (C.I.) Ciudad Industrial.

Fuente: Banco Nacional de Comercio Exterior " Una guía para el inversionista", 1999

De todos los parques industriales, centraremos el análisis en parques y ciudades industriales comprendidos dentro de la zona geoeconómicas del centro; ya que de acuerdo con la ubicación de la mayor parte de los distribuidores y proveedores tanto de materia prima como del producto, la selección del sitio de localización se hará en dicha zona del centro.

La tabla que se muestran a continuación resumen las características más importantes de cuatro centros industriales con posibilidades de ser elegidos y que están localizados en la zona centro del país, los cuales ofrecen las mayores ventajas para satisfacer los requerimientos.

Tabla Comparativa de los centros industriales

	AGUASCALIENTES	EDO. DE MEXICO	QUERETARO	S.L.P.
DISTANCIA (KM)				
D.F.	420	64	220	200
GUADALAJARA	232	503	370	320
MONTERREY	1150	931	738	780
SERVICIOS *				
AGUA 200 M3	354.9	280.44	226.66	180
ENERGIA ELEC. KW-HR	0.037	0.038	0.037	0.037
COMBUSTOLEO M3	93.217	90.374	92.178	94.624
GAS NATURAL MILLONES BTU	2.189	2.189	2.304	2.304
MANO DE OBRA POR HORA	0.72	1.20	2.5	2.0

*Los precios de los servicios son en dólares.

Observamos en la tabla que con respecto a los servicios, todos los centros ofrecen la misma capacidad y disponibilidad de acuerdo a los requerimientos del proceso. En la ciudad de

Aguascalientes notamos un incremento en el suministro de agua, pero se compensa con los precios bajos de la mano de obra.

Por lo tanto la selección del sitio será sobre la base de los puntos mencionados anteriormente para esto otorgamos la máxima calificación al corredor que ofrezca la mayor ventaja en cada uno de los puntos asignados, la calificación de 10, y en orden decreciente la calificación de 9,8,7, a cada uno de los corredores restantes en acorde a las ventajas que ofrezca. Este análisis se aprecia en la Tabla 4.3. Por lo tanto el parque industrial seleccionado es el parque industrial Aguascalientes por haber obtenido la mayor puntuación lo cual implica, que tal centro industrial ofrece las mayores ventajas para localizar la planta.

4.5. Descripción del sitio elegido para la localización de la planta.

Aguascalientes está ubicado en la zona nor-central de México y ocupa una superficie de apenas 5589 Kilómetros cuadrados, menos de 0.5 por ciento de la superficie total del país. En lo que se refiere al sector industrial, el estado se encuentra en un periodo de incipiente desarrollo, con cierto grado de diversificación, en el que destaca por orden de importancia, la industria del vestido, la industria metalmecánica, la elaboración de bebidas fermentadas y la producción y conserva de carnes y frutas.

Desde 1974 Aguascalientes ha contado con un parque industrial dotado de toda clase de servicios, promovido y administrado por FIDEIN, el fideicomiso oficial especializado que administra más de 20 parques industriales en México, como parte del programa de descentralización federal. Este parque tiene una superficie de 425 hectáreas; el área total de la zona industrial es de 200 hectáreas.

Aguascalientes, la capital del estado, está estratégicamente ubicada en México por cuanto toca a su sistema de comunicación, aun cuando su aeropuerto comercial no es lo suficientemente grande como para recibir jets comerciales. Atraviesan el estado la principal carretera norte-sur que une a Ciudad Juárez (El Paso, Texas) con la capital del país, y otra mediante la cual quedan unidos Mazatlán, en la costa del Pacífico, y el Distrito Federal.

Desde hace mucho tiempo, Aguascalientes ha sido un centro ferrocarrilero y camionero muy importante en México. Las distancias por carretera desde la ciudad de Aguascalientes y la capital del país, Guadalajara y Ciudad Juárez, son de 420, 232 y 1277 kilómetros, respectivamente. Aguascalientes tiene un abastecimiento adecuado de servicio públicos.

El parque industrial de Aguascalientes cuenta con la infraestructura necesaria y suficiente para el uso previsto para la futura empresa. La localización del parque, su topografía, urbanización, servicios instalados y su acceso a los distintos tipos de transporte son adecuados.

Matriz de localización
Áreas de probabilidad. Tabla 4.3

VARIABLES	AGUASCALIENTES	EDO. DE MEXICO	QUERETARO	SAN LUIS POTOSI
DISTANCIA A PROVEDORES PRINCIPALES	8	8	7	8
DISTANCIA A LOS MERCADOS	10	10	8	8
VÍAS DE COMUNICACIÓN	9	9	9	9
DISPONIBILIDAD DE COSTOS DE ENERGETICOS	8	8	8	9
DISPONIBILIDAD DE COSTOS DE MANO DE OBRA	9	8	9	7
POSIBLES EXECIONES FISCALES	9	7	7	8
PARQUE Y CIUDADES INDUSTRIALES	9	9	10	10
DISPONIBILIDAD DE COSTOS DE AGUA	7	9	9	7
TOTAL	69	68	67	66

Fuente: Costos industriales en México 1999, pp. 13-41. Una guía para el inversionista extranjero.

4.5.1. Estímulos fiscales.

Por lo que toca a los incentivos fiscales por descentralización, Aguascalientes se encuentra dentro de la Zona I – B. Fundamentalmente, el nivel de incentivo queda determinado por la naturaleza (es decir, la prioridad) de la actividad industrial y su ubicación. Los estímulos son considerables cuando hay una combinación óptima de ambos elementos.

Los incentivos se concentran en dos grupos: de precios diferenciales para los energéticos y de estímulos fiscales.

Precios diferenciales para los energéticos. Esto se refiere a que se ofrecen precios menores para el gas natural, el combustible y la energía eléctrica, así como para los insumos petroquímicos básicos. Estas reducciones alcanzan cifras de hasta 30 % en relación con los precios prevalecientes en México.

Actividades industriales categoría 1

LOCALIZACION GEOGRAFICA	INVERSION	EMPLEO	COMPRA DE MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
ZONA 1 DE ESTIMULO PREFERENCIAL	20%	20%	5%

Fuente: Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal.

4.6. Tamaño de planta.

Se conoce como tamaño de planta industrial la capacidad instalada de producción de la misma, esta capacidad se expresa en cantidad producida por unidad de tiempo, es decir el volumen, peso, o número de unidades elaboradas por año.

La determinación del tamaño de la planta es un aspecto de suma importancia en la formulación de proyectos industriales, ya que incluye el alto grado no solo en el monto de los recursos que deben ser erogados sino también en los niveles de rentabilidad que habrán de obtenerse en las características futuras de desarrollo de la empresa.

El elemento de juicio más importante para determinar el tamaño o capacidad de la planta es generalmente la cuantía de la demanda que ha de tenerse, esta situación resulta generalmente de dos formas ya sea planteando un exceso de capacidad mediante el sobre diseño de los equipos principales de proceso ó proceder a lograr un incremento en la capacidad nominal de la planta de acuerdo a las tesis en que se basan las curvas de aprendizaje. Para esto tampoco debe de perderse de vista el mercado de consumo y disponibilidad de materia prima que influye también en cierta manera en la selección, tanto el tamaño como la localización de la planta.

4.6.1. Análisis de los factores que determina el tamaño de la planta.

Con relación al aspecto técnico, los proveedores de equipo solo ofrecen ciertos tamaños a los cuales hay que adaptar la solución, y ello establece límites a los que es imperativo atender a la práctica.

En cuanto a los problemas que surgen de las limitaciones financieras, suelen proporcionar soluciones hasta cierto punto más satisfactorias.

Cuando hay posibilidades de desarrollar las empresas por etapas, caso que se podría presentar en el caso de la planta de ácido láctico por su mercado, tipo de producción que presenta así como indivisibilidad de sus equipos, cuando el proyecto tiene este grado de elasticidad que permite el desarrollo gradual, la elasticidad junto con los problemas de financiamiento el problema de tamaño inicial podría ser de orden secundario la prudencia aconsejará por lo general construir una planta de tamaño, ampliándola a medida que normalice la puesta en marcha y haya recursos financieros suficientes.

Por lo general el elemento de juicio más importante para determinar el tamaño de un anteproyecto es generalmente la cuantía de la demanda que ha de atenderse, y dado que se trata de un anteproyecto de sustitución total de importación, se tendrá que construir una planta con el tamaño suficiente para producir el total de consumo, siendo necesario especificar el número de días al año y el número de horas del día en que se proyecta hacer trabajar la fábrica para obtener esta producción, siendo muy importante también el tiempo de duración del proceso.

En sí las alternativas del tamaño proporcionan diferentes tiempos de duración del proceso en el capítulo 2 se realizaron los cálculos para llevar a cabo la proyección de la demanda de ácido láctico en los primeros 10 años, en base a esta proyección se determinara el tamaño de la planta, también es importante que la planta tenga cierta flexibilidad por lo cual habrá necesidad de tener unidades productivas de reserva, tomando en cuenta también las fluctuaciones de la demanda, esto hará que la producción normal corresponda al 100 % de la capacidad instalada.

La capacidad de producción y la ubicación en cuestión será óptima cuando conduzca al resultado económico más favorable o a minimizar costos.

Para la determinación de la capacidad de la planta deberá tomarse en cuenta los siguientes criterios:

1- El mercado de la demanda que se piensa satisfacer.

Este aspecto es uno de los más importantes a considerar dentro de todo estudio de proyecto, para determinar el tamaño óptimo de la planta en el punto 2.3 se realizaron las proyecciones de la demanda, durante los 10 primeros años, se considera en este estudio el tipo

de una empresa que busca capturar toda la porción del mercado nacional, y se considera este proyecto como la propuesta del programa de producción que satisficiera toda la demanda durante el tiempo estimado para la producción.

2-Costos de Producción.

Los costos de producción son importantes a considerar, generalmente estos costos de producción varían continuamente en la vida útil de la planta tendiendo a decrecer marcadamente al principio y después en forma gradual esto será a medida en que la escala de producción de ácido láctico se incrementa, debido a que a un, cuando en un momento dado la capacidad de propuesta fuera mayor, pueda justificarse por los menores costos resultantes de la mayor escala de producción.

3- Aspectos técnicos.

Este punto es de importancia debido ha que hay procesos de fabricación que exigen una escala mínima de ser aplicables a nivel comercial como puede ser el caso de requerir equipo tan pequeño, que no se consiga en el mercado como estándar, lo cual provocaría más elevado costo, por otro lado de obtenerse resultados del estudio económico que provocarán la instalación de una planta con capacidad superior a la demanda proyectada, se procederá a investigar mercados internacionales, para ver la posibilidad de introducir este producto al mercado internacional generando de esta manera divisas por concepto de exportación.

Programa estimado para la producción y vida útil del proyecto, a continuación se especifica el tamaño de la planta de ácido láctico:

El ácido láctico se puede obtener por medio de un proceso de fermentación, esto puede ser continuo e intermitente; a continuación se presentan las características de cada proceso:

Proceso Continuo

- Mayor volumen procesado para un mismo tiempo de operación
- Menor tiempo de reacción
- Costos menores

Proceso Intermitente

- Menor volumen procesado para un mismo tiempo de operación
- Mayor tiempo de reacción.
- Costos mayores

De los datos de la gráfica 2.2., Se deduce que el mercado estimado para el año 2009 es de 3,200 Toneladas y que la capacidad deberá de ser de 3,000 Toneladas.

a) Para el caso del proceso intermitente, dado que el sistema se llevará a cabo por medio de lotes y siendo el mismo tiempo estimado de fabricación de cada lote de 33 horas, se obtiene lo siguiente:

1 año = 48 semanas * 6 días hábiles * 24 Horas = 6912 Horas/ año ya que una año equivale a 52 semanas de las cuales 48 se consideran hábiles.

6912 Horas/año / 33 Horas/ Lote = 210 Lotes / año.

3,000 toneladas / año / 210 Lote / año = 14. 28 Toneladas / Lote para 2009

Se establece entonces que la planta deberá tener un tamaño suficiente para fabricar 14.28 Toneladas por Lote, considerando que la planta trabajara tres turnos durante seis días a la semana y un día a la semana para mantenimiento.

b) Proceso continuo. Debido a que se trata de un caso de producción a escala comercial, el proceso más viable para llevar a cabo la producción de ácido láctico es el continuo, ya que es posible obtener mayor volumen procesado para un mismo tiempo de operación, aunado a esto los menores costos de operación.

Se han determinado 10 años debido a que generalmente deben amortizarse este tipo de inversiones en este lapso de tiempo.

Conclusiones del capítulo

La localización del lugar óptimo es fundamental en la evaluación del proyecto, es por esto, que Aguascalientes es nuestra mejor opción en localización, topografía, urbanización, servicios instalados y acceso a los distintos tipos de transporte, esto nos permite tener una buena comunicación tanto con nuestros proveedores como con nuestros clientes, así como cuenta con mano de obra e incentivos fiscales para la planta como son el precio diferencial para los energéticos, esto se refiere a que se ofrecen precios menores para el gas natural, combustóleo y energía eléctrica.

En la tabla 4.3. observamos que no nada más se puede tener una alternativa del lugar óptimo de nuestra planta, si no que se cuenta también con el Estado de México y Querétaro. El tamaño de nuestra planta será de 3,000 toneladas.

Capítulo V

Estudio económico

La parte de análisis económico pretende determinar cual es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cual será el costo total de la operación de la planta (que abarque las funciones de producción, administración y ventas) así como otra serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto, que es la evaluación económica.

5.1.0. Inversión de capital

La inversión se divide en dos partes: 1) Capital fijo; 2) Capital de trabajo. Una estimación del capital fijo es útil para determinar los cargos por mantenimiento y por depreciación en los costos de operación y es necesario para hacer el análisis económica del tipo del cálculo de rentabilidad. El capital de trabajo (10 a 15 por ciento del capital fijo)¹ es el menos crítico, hablando en términos económicos.

5.1.1. Estimación del capital fijo.

El capital fijo incluye el capital necesario para 1) toda la maquinaria y equipo para el proceso, instalados y listos para funcionar, y 2) la maquinaria y equipo que no se emplean en el proceso de fabricación, que incluye el terreno y construcciones; las instalaciones para la generación o distribución de los servicios de (vapor, electricidad, agua, aire, gas); los talleres, almacenes y servicios de transporte; las instalaciones para empleados de oficinas; los laboratorios de investigación y análisis de rutina y los artículos varios como bardas, caminos, iluminación general de la planta y teléfonos.

Al hacer el estudio debe considerarse el grado de exactitud de la estimación de costos. Deben estimarse los costos reales de la planta sobre la base de que se tarda de dos a tres años en diseñar y construir una planta promedio.

Deben balancearse el tiempo y el dinero disponible en función de la exactitud deseada. La estimación preliminar de un proyecto, por ejemplo se hace con margen de error de 30 por ciento. Las estimaciones para las requisiciones se hacen con un margen de error del 10 por ciento, mientras que una estimación final del costo de construcción, incluyendo todas las cotizaciones, debe tener una aproximación del 5 por ciento.

¹ Para los Estados Unidos, en otros países, como México, pueden ascender hasta 60 y 100 por ciento.

5.1.2.Capital de trabajo

Según Wessel², los puntos que constituyen el capital de trabajo son:

1. Inventario de materias primas – un mes de suministro al costo
2. Inventario por materiales en proceso – una semana al costo del producto fabricado
3. Inventario de productos – un mes al costo del producto fabricado
4. Cuentas por cobrar – un mes al precio de venta
5. Efecto disponible para cubrir los gastos normales de salarios materias primas y suministros – un mes al costo de fabricación.

Las cantidades arriba mencionadas se usan como patrón en las estimaciones. Las cantidades de materias primas que se necesitan mantener en el inventario varía dependiendo del material que se trate. Se necesita capital para cubrir el crédito (o cuentas por cobrar) que se extiende a los clientes de acuerdo con las tarifas de precios, que suele ser de 30 días. Se requiere una cierta cantidad adicional de dinero en efectivo para pagar salarios y comprar la materia prima y para pagar los gastos de operación. Otro método de estimación se basa en un porcentaje fijo de las ventas anuales que suelen ser del 25 al 100% para la mayoría de la industria y procesos químicos.

5.1.3.Capital total

La suma del capital fijo y del capital de trabajo constituyen el capital total ó inversión, puesto que el capital fijo suele ser en la practica más del 85% del capital total.

En muchos de los casos es necesario estimar el capital fijo o el capital total para una nueva planta con el mismo proceso, pero con capacidad diferente de otra ya establecida. El factor de capacidad que se usa para el equipo por separado se puede usar también para la inversión total de la planta:

$$\text{(Capacidad B)}^n$$

$$\text{Inversión B} = \text{inversión A} \text{ (Capacidad A)}$$

Donde n:

= 0.6 - 0.7 para el aumento efectuado ampliando el tamaño de las unidades

=0.8 – 1.0 para el aumento efectuado usando más unidades del mismo

tamaño

= 0.3 – 0.5 para las plantas piloto o plantas comerciales con elevadas

presiones, o temperaturas de trabajo.

Estos factores no deben de aplicarse para el aumento mayores al 50% (recomendado por Wessel)

² H.E. Wessel.Chem.Eng.60(1):171(1953)

5.1.4. Costos de producción

Los costos de producción están formados por los siguientes elementos³:

- 1. Materias primas.** Son los materiales que de hecho entran y forman parte del producto terminado. Estos costos incluyen fletes de compra, de almacenamiento y de manejo. Los descuentos sobre compras se pueden deducir del valor de la factura de las materias primas adquiridas.
- 2. Mano de obra directa.** Es la que se utiliza para transformar la materia prima en producto terminado. Se puede identificar en virtud de que su monto varía casi proporcionalmente con el número de unidades producidas.
- 3. Mano de obra indirecta.** Es la necesaria en el departamento de producción, pero que no interviene directamente en la transformación de las materias primas. En este rubro se incluyen: personal de supervisión, jefes de turno, todo el personal de control de calidad y otros.
- 4. Materiales indirectos.** Forman parte auxiliar en la presentación del producto terminado, sin ser el producto en sí. Aquí se incluyen: envases primarios y secundarios y etiquetas, por ejemplo. Así, el aceite para automóvil tiene un recipiente primario que es la lata o bote de plástico en que se envasa, y además, se requiere una caja de cartón para distribuir el producto al mayoreo (envase secundario). En ocasiones, a la suma de la materia prima, mano de obra directa y materiales indirectos, se le llama "costo primo".
- 5. Costo de los insumos.** Excluyendo, por supuesto, los rubros mencionados, todo proceso productivo requiere una serie de insumos para su funcionamiento. Estos pueden ser: agua, energía eléctrica, combustibles (diesel, gas, gasolina, petróleo pesado); detergentes; gases industriales especiales, como freón, amoníaco, oxígeno, acetileno; reactivos para control de calidad, ya sean químicos o mecánicos. La lista puede extenderse más, todo dependerá del tipo de proceso que se requiera para producir determinado bien o servicio.

5.1.5. Costo de mantenimiento.

Es un servicio que se contabiliza por separado, en virtud de las características especiales que puede presentar. Se puede dar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo y a la planta. El costo de los materiales y la mano de obra que se requieran, se cargan directamente a mantenimiento, pues puede variar mucho en ambos casos.

³ Gabriel Baca Urbina. *Evaluación de Proyectos*, 3ª edición. Mc Graw-Hill, México, 1995.

Para fines de evaluación, en general se considera un porcentaje del costo de adquisición de los equipos. Este dato normalmente lo proporciona el fabricante y en él se especifica el alcance del servicio de mantenimiento que se proporcionará. 7. Cargos por depreciación y amortización. Ya se ha mencionado que son costos virtuales, esto es, se tratan y tienen el efecto de un costo sin serlo. Para calcular el monto de los cargos, se deberán utilizar los porcentajes autorizados por la ley tributaria del país de que se trate. Este tipo de cargos está autorizado por la propia ley, y en caso de aplicarse a los costos de producción, se deberá incluir todo el activo fijo y diferido relacionado directamente con ese departamento.

5.1.6. Costos de administración

Son, como su nombre lo indica, los costos provenientes de realizar la función de administración dentro de la empresa. Sin embargo, tomados en un sentido amplio, pueden no sólo significar los sueldos del gerente o director general y de los contadores, auxiliares, secretarías, así como los gastos de oficina en general. Una empresa de cierta envergadura puede contar con direcciones o gerencias de planeación, investigación y desarrollo, recursos humanos y selección de personal, relaciones públicas, finanzas o ingeniería (aunque este costo podría cargarse a producción). Esto implica que fuera de las otras dos grandes áreas de una empresa, que son producción y ventas, los gastos de todos los demás departamentos o áreas (como los mencionados) que pudieran existir en una empresa se cargarán a administración y costos generales. También deben incluirse los correspondientes cargos por depreciación y amortización.⁴

5.1.7. Costos de venta

En ocasiones, el departamento o gerencia de ventas también es llamado de mercadotecnia. En este sentido, vender no significa sólo hacer llegar el producto al intermediario o consumidor, sino que implica una actividad mucho más amplia. Mercadotecnia puede abarcar, entre otras muchas actividades, la investigación y el desarrollo de nuevos mercados o de nuevos productos adaptados a los gustos y necesidades de los consumidores; el estudio de la estratificación del mercado; las cuotas y el porcentaje de participación de la competencia en el mercado; la adecuación de la publicidad que realiza la empresa; la tendencia de las ventas, etcétera.

⁴ Gabriel Baca Urbina. *Evaluación de Proyectos*, 3ª edición. Mc Graw-Hill, México, 1995.

Como se observa, un departamento de mercadotecnia puede constar no sólo de un gerente, una secretaria, vendedores y choferes, sino también de personal altamente capacitado y especializado, cuya función no es precisamente vender. La magnitud del costo de ventas dependerá tanto del tamaño de la empresa, como del tipo de actividades que los promotores del proyecto quieran que desarrolle ese departamento.

La agrupación de costos que se ha mencionado, como producción, administración y ventas, es arbitraria. Hay quienes agrupan los principales departamentos y funciones de la empresa como productos, recursos humanos, finanzas y mercadotecnia, subrayando así la delegación de responsabilidades. Cualquiera que sea la clasificación que se dé, influye muy poco o nada en la evaluación general del proyecto. Sin embargo, sí tiene una gran utilidad si se realiza un análisis del costo marginal por departamento. Se debe incluir depreciación y amortización.

En la presentación del caso práctico se dan las bases y se realiza la determinación de cada uno de los costos.

5.1.8. Costos financieros

Son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos en préstamo. Algunas veces estos costos se incluyen en los generales y de administración, pero lo correcto es registrarlos por separado, ya que un capital prestado puede tener usos muy diversos y no hay por qué cargarlo a un área específica. La ley tributaria permite cargar estos intereses como costos deducibles de impuestos.

5.2. Depreciación

Con excepción de los terrenos, la mayoría de los activos fijos tienen una vida limitada, es decir, ellos serán de utilidad para la empresa por un número limitado de periodos contables futuros. Lo anterior significa que el costo de un activo deberá de ser distribuido adecuadamente en los periodos contables, en los que el activo será utilizado por la empresa. El proceso contable para esta conversión gradual de activo fijo en gastos, es llamado depreciación.

Es importante enfatizar que la depreciación no es un gasto real sino virtual, y es considerada como gasto solamente para propósitos de determinar los impuestos a pagar. Cuando las deducciones por depreciación son significativas, el ingreso grabable disminuye. Si esto ocurre entonces, también se disminuyen los impuestos a pagar, y por consiguiente la empresa tendrá disponibles mayores fondos para reinversión, el concepto de depreciación

es muy importante, puesto que depreciar activos en periodos cortos, tiene el efecto de diferir el pago de los impuestos. Además, puesto que el dinero tiene un valor a través del tiempo es generalmente más deseable depreciar mayores cantidades en los primeros años de vida del activo, ya que es obvio que una empresa prefiere pagar un peso de impuestos dentro de un año a pagarlos ahora.

5.2.1. métodos de depreciación ⁵

Existe gran cantidad de literatura que trata sobre métodos de depreciación. Normalmente en esta literatura se explica el método de la línea recta, el método de suma de años dígitos y el método de saldos decrecientes, los cuales para su aplicación requieren del conocimiento del costo inicial del activo (el monto original de la inversión comprende además del precio del bien, los impuestos efectivamente pagados con motivo de la adquisición o importación del mismo a excepción del mismo, a excepción del impuesto al valor agregado, así como las erogaciones por concepto de derechos, fletes, transportes, acarreos seguros contra riesgos en la transportación, manejo, comisiones sobre compras y honorarios a agentes aduanales), su vida útil, y una estimación del valor de rescate al momento de su venta. Sin embargo el método de suma de años dígitos y el método de saldos decrecientes solo se permiten usar en U.S.A.. Por el contrario en México solo es válido depreciar los activos en línea recta. Tal depreciación se determina en función del tipo de activo y de la actividad industrial en que son utilizados.

Para dar una idea de cómo la depreciación debe de ser evaluada, la tabla 5.a. muestra como se deprecian los activos fijos tangibles y los intangibles utilizados por una empresa.

Como se puede observar en la tabla 5.1. la depreciación a la que esta sujeto un activo depende principalmente de su vida esperada, es decir, entre mayor sea la vida esperada de un activo menor será la depreciación permitida.

En la tabla se muestra el porcentaje anual del valor inicial del activo que se permite depreciar. Sin embargo, existen casos especiales en que los activos pueden ser depreciados en periodos relativamente cortos. Estos casos de depreciación acelerada de los equipos, son mecanismos que el gobierno a puesto en marcha para fomentar el desarrollo industrial de zonas rurales. Además, estos casos se aplicarían más frecuentemente en evaluaciones económicas de nuevas plantas que se vaya a instalar no-industrializadas.

Por otra parte, las reformas fiscales de 1979, a la ley de impuesto sobre la renta permiten una reducción adicional por depreciación, es decir, además de la depreciación que se obtiene utilizando la información de la tabla es posible deducir una cantidad adicional.

⁵ *Coss Bu Raút. Análisis y evaluación de proyectos de inversión, 2ª edición, México, 1990.*

Esta cantidad adicional se obtiene como un porcentaje de la diferencia entre activos financieros (cuentas por cobrar, inversiones líquidas, etc.) y pasivos. Sin embargo, esta deducción adicional no será considerada en los ejemplos presentados en este capítulo, por desconocer la estructura financiera de la empresa que adquiere el activo. Además, la simplificación anterior se puede justificar por el hecho de que la mayoría de las empresas tiene una estructura financiera tal, que su pasivo rebasa generalmente a los activos financieros.

La posibilidades de supervivencia y desarrollo de una organización están expresadas en tres objetivos fundamentales a lograr: la rentabilidad, la autonomía financiera y liquidez.

Este análisis es el parámetro que nos determina si el proyecto puede ser rentable y proseguir a realizar una segunda fase, la cual consiste en un estudio más detallado de cada uno de los costos y posteriormente utilizar métodos que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, análisis de sensibilidad y posteriormente un análisis de riesgo.

En el primero como en el la segunda fase se utiliza el modelo indicado en la figura 5.1. que nos muestra el flujo de la inversión deseada considerando las diferentes variables que pueden afectar los flujos de efectivo así como la rentabilidad sobre la inversión, manipulando las diferentes variables como pueden ser los años del proyecto, el costo de producción, el volumen de venta y observamos de que manera afectan estas variables en nuestra rentabilidad, concluyendo en que condiciones puede ser rentable nuestro proyecto.

Tabla 5.1 Depreciación de activos fijos tangibles y amortización de los Intangibles

a) Activos intangibles

1. Cargos diferidos	5%
2. Patentes de inversión, marcas diseños industriales o comerciales, nombres comerciales, asistencia técnica o transferencia de tecnología y otros gastos diferidos, así como las erogaciones realizadas en periodos preoperativos	10%

b) Bienes de activo fijo empleados normalmente por los diversos tipos de empresas en el curso de sus actividades:

1.-Edificios y construcciones. Salvo las viviendas que a continuación se citan	5%
2.-Ferrocarriles, carros de ferrocarril, locomotoras y embarcaciones (excepto los compendios en el inciso c)No.8)	6%
3.-Mobiliario y equipo de oficina	10%
4.- Automóviles, camiones de carga, tracto camiones, remolques, maquinaria y equipo para la industria de la construcción	20%
5.-Autobuses	11%
6.- Equipo periférico del contenido en el subinciso 9); perforadoras de tarjetas, verificadoras, tabuladoras intercaladoras y demás que no queden comprendidas en dicho inciso	12%
7.- Aviones (excepto los comprendidos en el inciso c) No. 9)	17%
8.- Equipo de computo electrónico, consistente en una maquina o grupo de maquinas, interconectadas conteniendo unidades de entrada, almacenamiento, computación, control y unidades de salida, usando circuitos electrónicos en los elementos principales para ejecutar operaciones aritméticas, o lógicas en forma automática por medio de instrucciones programadas, almacenadas internamente o controladas externamente	25%
9.-Dados, troqueles, moldes, matrices, y herramental	35%
10.- Equipos destinados a prevenir y controlar la contaminación ambiental en cumplimiento de las disposiciones legales respectivas	35%
11.- Equipo destinado directamente a la investigación de nuevos productos o desarrollo de nueva tecnología en el país	35%
12.- Equipo destinado para la conversión o a consumo de combustóleo y gas natural en las industrias.....	35%

c) Maquinaria y equipo distintos de los mencionados en el inciso anterior, utilizados por empresas dedicadas a

1.-Producción de energía eléctrica o su distribución; transportes eléctricos.....	3%
2.- Molienda de granos; producción de azúcar y derivados; de aceites comestibles; transportación marítima, fluvial y lacustre.....	5%
3.- Producción de metal (obtenida en primer proceso); productos de tabaco y derivados del carbón natural.....	6%

4.- Fabricación de vehículos de motor y sus partes, construcción de ferrocarriles y navíos; fabricación de productos de metal; de maquinaria y de instrumentos profesionales y científicos; producción de alimentos y bebidas (excepto granos, azúcar, aceites comestibles y derivados)	8%
5.- Fabricación de pulpa, papel y productos similares, petróleo y gas natural.....	7%
6.- Curtido de piel y fabricación de artículos de piel, de productos químicos, petroquímicos y farmaco-biólogos; de productos de caucho y de productos plásticos; impresión y publicación	9%
7.- Fabricación de ropa; fabricación de productos textiles, acabados, tejido y estampado	11%
8.- Construcción de aeronaves; compañías de transportes terrestre, de carga y de pasajeros	12%
9.-Compañías de transporte aéreo; transmisión de radio y televisión	16%

d) Actividades agropecuarias

1.-Agricultura (incluyendo maquinaria y equipo)	20%
2.- Cría de ganado mayor	11%
3.- Cría de ganado menor.....	25%

e) Otras actividades no especificadas en la enumeración anterior.....10%

Fuente: Diario oficial con fecha de 31 de Diciembre de 1984

MODELO ECONOMICO

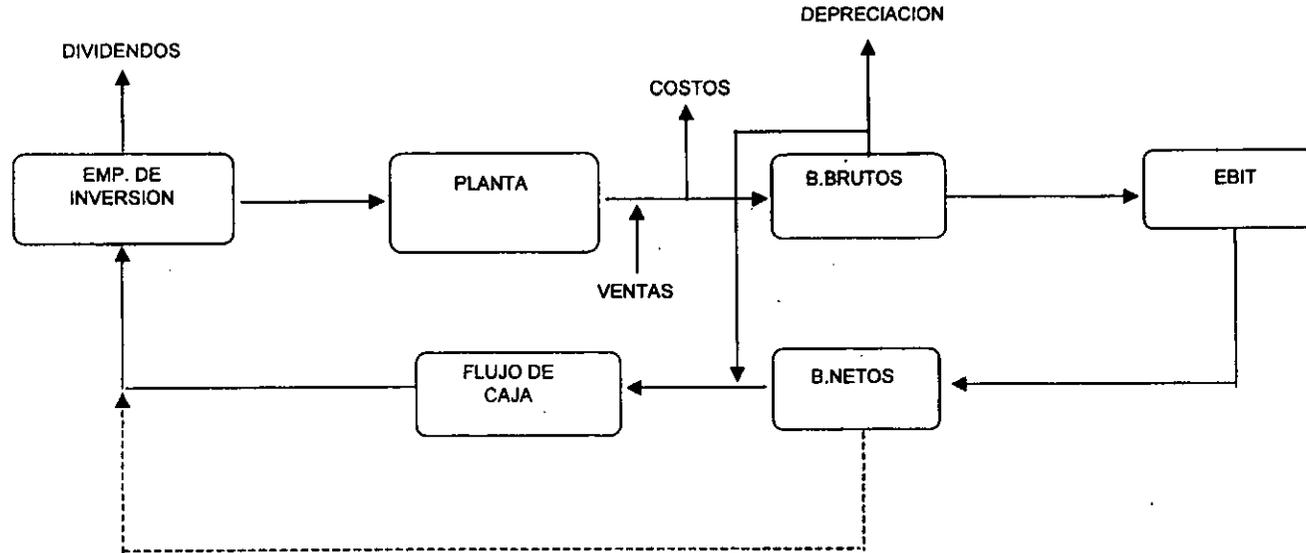


Diagrama 5.1.

Fuente: Project Feasibility Analysis, Chemical Engineering, Calculating Profitabilidad, pag 3

En el modelo económico descrito en el diagrama 5.1. se observan los siguientes puntos:

Primeramente en las empresas de inversión se puede contar con portafolios de proyectos de inversión, el término portafolio o cartera de proyectos de inversión es en sí mismo muy extenso.

El clasificar los proyectos dentro de diferentes categorías, simplifica el proceso de decisión en la elección de una propuesta de inversión, pero ello no implica que la clasificación sea el todo; cada compañía adoptará la clasificación que más se apegue a sus necesidades, de modo tal que su estructura administrativa sea capaz de transferir la información requerida al nivel de decisión.

Las alternativas de inversión mutuamente excluyentes son especialmente importantes; ya que pueden reducir a ellas gran parte de los problemas de análisis económico.

En cada clasificación se deben incluir los análisis técnicos financieros, de riesgo, sensibilidad y aquéllos dados por la experiencia.

La teoría de selección por medio de portafolios fue desarrollada originalmente por el análisis y administración de ventajas financieras, tales como seguridad, la aproximación de portafolios para hacer tomas de decisiones en el contenido de las clasificaciones hechas que permitan combinar un número de seguridades dentro de él, puede manejarse algún grado de estabilización de ingreso, sin haber una disparidad del beneficio esperado.

El proceso de selección de portafolio se puede dividir en dos etapas. La primera empieza con la observación y experiencia y termina con convicciones acerca de las funciones futuras de seguridades disponibles. La segunda etapa inicia con la convicción relevantes acerca de las funciones futuras y finaliza con la elección de portafolio.

Todo el análisis que se debe de hacer en la elección está en función directa de una clasificación, de proyecto de inversión, en la cual sobre salgan los puntos importantes para poder efectuar la decisión de tal forma que se haya predicho lo más real posible la seguridades (o riesgos) futuros.

La inexistencia de una clasificación haría ver el conjunto de propuestas como un todo confuso, haciendo la elección mucho más difícil dado que los puntos importantes se harían difusos en medio de toda la maraña de posibles proyectos a elegir, es entonces cuando una clasificación adecuada toma su verdadero valor, para ayudar a efectuar una elección adecuada considerando siempre la seguridad en la inversión.

Una vez que el proyecto cumplió con las dos etapas anteriores se realiza el estudio de prefactibilidad el cual consiste en determinar, el promedio de ventas proyectadas anualmente, costos tanto de producción como de ventas así como la vida del proyecto para posteriormente evaluar la depreciación de la inversión, esto nos da

como resultado nuestros beneficios brutos para posteriormente destinar un porcentaje al pago de impuestos hasta obtener el flujo neto de efectivos.

Un criterio de beneficios comúnmente usado en los análisis preliminares de factibilidad económica de una planta de procesos químicos es el retorno sobre la inversión (ROI) se representa frecuentemente en dos formas: 1° simple, instantáneo, o ROI ingenieril, el cual no toma en cuenta el valor del tiempo de capital; y 2° ROI de flujo de caja descontado (DCFROI), el cual toma en cuenta el valor del tiempo de capital.

Una mejor comprensión de la relación entre los dos ROI's puede ahorrar tiempo de cálculo cuando se hace un análisis económicos preliminares. Para muchos análisis, el simple ROI sin descontar es lo suficientemente preciso, tal que el consumo de tiempos de cálculo del DCFROI, más preciso es innecesario.

$$ROI = P / I + I_w$$

Donde:

P = flujo de efectivo

I = inversión de la planta (Capital de trabajo I_w + Capital fijo)

El flujo anual de cajas se toma usualmente como neto, beneficios después de los impuestos además de la depreciación, pero hay otras definiciones. Para un análisis económico preciso, se deben considerar las variaciones anuales en el flujo de caja durante la vida de la planta. Para análisis preliminares puede considerarse como constante.

Para análisis económicos preliminares, es usual suponer que el capital invertido es total e inmediatamente gastado justo antes del arranque de la planta.

Como podemos observar en la tabla 5.1. se muestran el estado de resultados y la obtención de los flujos netos de efectivos. (FNE), sin considerar el financiamiento obtenido. En la tabla 5.2. se muestra el mismo estado de resultados pero ahora modificado por el financiamiento del 60 % sobre la inversión fija.

La afectación de los FNE en ambos cuadros es muy significativa, ya que sin financiamiento el FNE del primer año es de 4.339.897. con financiamiento está baja a tan solo 3.6743824 a primera vista parece que el financiamiento disminuye sustancialmente las ganancias. Hay que considerar que si no se cuenta con financiamiento se tiene que realizar una inversión inicial propia de 62.674.996 para activo fijo y diferido y se ganan 4.229.897, con financiamiento se ganan 3.674.824 pero solo se invierten 37.604.997 de dinero propio el resto es prestado. Posteriormente se realiza la evaluación económica.

TABLA 6.1.

Periodo anual sin financiamiento											
CONCEPTO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ventas (T)	1,865	2,003	2,141	22,790	2,417	2,555	2,693	26,315	30,000	3,000	3,000
Ingresos por ventas ¹	70,857,840	87,522,380	107,691,432	131,712,551	160,648,533	195,302,542	236,737,282	286,209,148	348,737,282	401,037,897	481,193,582
Costos de producción ²	16,350,904	19,781,695	23,569,797	27,928,870	33,224,880	39,473,808	46,764,159	55,243,932	65,333,353	75,049,054	86,289,442
Utilidad Marginal	54,506,936	67,760,685	84,021,635	103,783,681	127,423,653	155,828,734	189,973,123	230,965,216	283,403,929	325,988,843	374,900,140
Costos Generales ³	235,700	271,055	311,713	358,470	412,241	474,077	545,188	626,987	721,012	829,163	953,538
Utilidad bruta	54,271,236	67,489,610	83,709,922	103,425,210	127,011,412	155,354,657	189,427,935	230,338,249	282,682,917	325,159,680	373,946,602
I.S.R. 42% ⁴	22,793,919	28,345,638	35,159,167	43,438,588	53,344,793	65,248,956	79,559,733	96,742,085	118,728,825	138,567,065	157,057,573
R.U.T. 10 % ⁵	5,427,124	6,748,961	8,370,992	10,342,521	12,701,141	15,535,486	18,942,793	23,033,825	28,268,292	32,515,968	37,394,660
Utilidad Neta	26,050,193	32,395,013	40,180,762	49,844,101	60,865,478	74,570,235	90,925,409	110,562,360	135,687,800	158,078,848	179,494,369
Depreciación y Amortización ⁶	5,503,607	639,147	7,278,520	8,370,298	9,625,842	11,069,718	12,730,178	14,639,703	16,835,658	19,361,007	22,265,158
Flujo neto de efectivos(\$)	31,553,800	33,034,160	47,459,282	58,014,399	70,591,320	85,639,953	103,655,585	125,202,063	152,523,458	175,437,853	201,759,527
Flujo neto de efectivos(Dfls)	3,321,453	3,030,657	3,766,610	4,028,778	4,252,489	4,483,767	4,711,617	4,948,696	5,241,356	5,252,624	5,254,154

Fuente: Elaboración propia en base a lista cotizaciones de los proveedores

1 Ver tabla 5.3

2 Ver tabla 5.8

3 Ver tabla 5.5.

4 Impuesto sobre la renta

5 Reparto de utilidades

6 Ver tabla 5.7

Tabla. 5.2.

CONCEPTO	Periodo anual con financiamiento										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ventas (1)	1,885	2,003	2,141	22,790	2,417	2,456	2,693	28,313	30,000	3,000	3,000
Ingresos por ventas 1	70,857,840	87,522,390	107,591,432	131,712,851	180,648,833	195,302,542	236,737,221	284,529,148	348,727,839	401,027,897	481,183,882
Costos de producción 2	18,350,824	19,781,893	23,569,787	27,828,870	33,224,880	39,473,808	48,784,159	55,243,837	65,333,353	75,049,054	84,793,442
Utilidad Marginal	54,508,836	67,760,685	84,021,645	103,783,981	127,423,953	155,828,734	189,073,129	230,085,218	283,403,828	325,988,843	374,900,140
Costos Generales 3	238,700	271,055	311,713	358,070	412,241	474,077	545,188	628,987	721,912	829,185	953,838
Costos Financieros 4	13,181,749	13,181,749	11,839,836	10,054,549	7,644,817	4,391,877	0	0	0	0	0
Utilidad Bruta	41,100,487	54,327,881	71,870,388	89,870,681	119,388,895	150,862,979	189,427,935	230,338,249	282,882,917	329,159,880	373,846,802
I.B.R. 42% 5	17,269,964	22,817,702	30,185,592	39,215,978	50,133,870	63,494,451	79,559,733	98,742,065	118,729,825	138,657,065	157,057,573
R.U.T. 10 % 6	4,110,849	5,432,786	7,187,039	9,337,006	11,858,080	15,006,268	18,947,793	23,933,829	29,298,292	34,818,868	37,394,860
Utilidad Neta	19,732,654	26,077,373	34,497,785	44,817,917	57,295,996	72,489,230	90,923,400	110,662,360	135,687,600	156,078,648	179,494,369
Depreciación y Amortización 7	8,603,807	639,147	7,278,520	6,370,298	6,625,842	11,096,718	12,730,176	14,639,703	16,635,658	18,381,007	22,289,158
Pago a Principal 4	0	3,777,750	5,099,863	6,884,950	9,284,653	12,547,822	0	0	0	0	0
Flujo neto de efectivos(\$)	26,228,781	22,829,770	34,878,242	48,343,285	67,837,128	79,984,126	103,668,848	125,202,083	152,829,468	176,437,863	201,788,627
Flujo neto de efectivos(Dóla)	2,858,438	2,104,474	3,810,821	3,216,908	3,471,814	3,718,446	4,711,817	4,948,898	5,241,386	5,252,824	5,254,184

Fuente: Elaboración propia en base a las cotizaciones de los proveedores

1 Ver tabla 5.3

2 Ver tabla 5.4

3 Ver tabla 5.5

4 Ver tabla 5.8

5 Impuesto sobre la renta

6 Reparto de utilidades

7 Ver tabla 5.7

TABLA 5.3.

PROGRAMA DE VENTAS				
AÑO	PRONOSTICO DE VENTA	PRECIO DE VENTA (\$/T)*	INGRESO POR VENTA EN PESOS	INGRESO POR VENTA EN DOLARES
1999	1,864.68	36,000.00	70,857,840.00	7,458,720.00
2000	2,002.80	43,700.00	87,522,360.00	8,011,200.00
2001	2,140.91	50,255.00	107,591,432.05	8,563,640.00
2002	2,279.03	57,793.25	131,712,550.55	9,116,120.00
2003	2,417.14	66,462.24	160,648,532.75	9,668,560.00
2004	2,555.26	76,431.57	195,302,541.54	10,221,040.00
2005	2,693.37	87,896.31	236,737,282.02	10,773,480.00
2006	2,831.49	101,080.76	286,209,148.27	11,325,960.00
2007	3,000.00	116,242.87	348,728,606.33	12,000,000.00
2008	3,000.00	133,679.30	401,037,897.28	12,000,000.00
2009	3,000.00	153,731.19	461,193,581.87	12,000,000.00

* Se calculó en base a una tasa promedio de inflación del 15 %

Tabla 5.4.

Costos de producción

CONCEPTO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Volumen de producción (Toneladas)	1,885	2,003	2,141	22,790	2,417	2,555	2,693	28,315	3,000	3,000	3,000
Materia Prima	6,034,258	7,436,351	9,191,675	11,177,827	13,664,373	16,623,265	20,188,080	24,402,533	29,738,629	34,132,996	39,242,726
Electricidad	66,909	103,703	130,338	161,758	202,362	252,428	306,227	367,236	426,373	489,377	562,637
Agua de Enfriamiento	1,013,289	1,570,574	1,973,960	2,449,849	3,064,793	3,822,989	4,637,833	5,581,754	6,457,429	7,411,819	8,521,143
Vapor	35,625	55,212	69,394	86,119	107,741	134,397	163,040	187,496	227,002	280,545	299,549
Empaques y envases	181,028	223,091	275,750	335,335	409,931	498,698	605,842	732,078	892,159	1,023,990	1,177,282
Mano de Obra Directa	2,250,360	2,587,914	2,976,101	3,422,516	3,935,894	4,526,278	5,205,219	5,986,002	6,883,903	7,916,488	9,103,961
Costos directos	9,581,468	11,976,844	14,617,218	17,633,404	21,385,094	25,858,054	31,106,042	37,237,097	44,625,494	51,235,015	58,907,298
Depreciación y Amortización	5,503,607	6,329,147	7,278,520	8,370,298	9,625,842	11,069,718	12,730,176	14,639,703	16,835,658	19,361,007	22,265,158
Mantenimiento	495,326	569,623	655,067	753,327	866,326	996,275	1,145,716	1,317,573	1,515,209	1,742,491	2,003,864
Seguros e impuestos de la planta	770,505	886,081	1,018,993	1,171,842	1,347,618	1,549,761	1,782,225	2,049,558	2,356,992	2,710,541	3,117,122
Costos Indirectos	6,769,436	7,784,851	8,952,579	10,295,466	11,839,786	13,815,754	15,658,117	18,006,834	20,707,859	23,814,038	27,386,144
Costos de Producción (\$)	16,350,904	19,761,695	23,569,797	27,928,870	33,224,880	39,473,808	46,764,159	55,243,932	65,333,353	75,049,054	86,293,442

Tabla 5.5.

# Personas	concepto	Costos Generales											
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
	Gastos generales(obra)	235,700	271,055	311,713	358,470	412,241	474,077	545,188	626,987	721,012	829,163	953,638	
	Gastos generales(usg)	24,811	24,857	24,739	24,694	24,834	24,821	24,781	24,777	24,777	24,825	24,832	
		10	11	13	14	17	19	22	25	29	33	35	
		Gastos de Venta											
		1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	2,009	
1	Gerente de ventas	25,000	28,750	33,083	38,022	43,725	50,284	57,627	65,800	74,476	87,947	101,138	
1	Asiste de la gerencia	8,000	9,200	10,580	12,187	13,992	16,091	18,504	21,280	24,472	28,143	32,364	
1	Secretaría	6,000	6,900	7,935	9,125	10,494	12,068	13,878	15,960	18,354	21,107	24,273	
	Gastos de oficina	4,000	4,800	5,290	6,084	6,998	8,045	9,262	10,640	12,236	14,072	16,182	
	Viajes y representaciones	12,500	14,375	16,531	19,011	21,863	25,142	28,913	33,250	38,238	43,973	50,568	
	total	65,500	83,825	93,399	104,409	117,070	131,630	148,376	167,631	189,776	216,242	242,528	
		Gastos de Administración											
1	Gerente general	40,000	46,000	52,900	60,835	69,960	80,454	92,622	106,401	122,361	140,715	161,622	
1	Gerente de planta	30,000	34,500	39,675	45,626	52,470	60,341	69,392	79,801	91,771	105,536	121,367	
1	Gerente Administrativo	30,000	34,500	39,675	45,626	52,470	60,341	69,392	79,801	91,771	105,536	121,367	
1	Relaciones Industriales	20,000	23,000	26,450	30,418	34,980	40,227	46,261	53,200	61,180	70,358	80,811	
1	Contador	8,000	9,200	10,580	12,187	13,992	16,091	18,504	21,280	24,472	28,143	32,364	
1	Control de producción	8,000	9,200	10,580	12,187	13,992	16,091	18,504	21,280	24,472	28,143	32,364	
1	Compras	8,000	6,900	7,935	9,125	10,494	12,068	13,878	15,960	18,354	21,107	24,273	
1	Ingeniería	8,000	9,200	10,580	12,187	13,992	16,091	18,504	21,280	24,472	28,143	32,364	
1	Auxiliar Administrativo	4,000	4,800	5,290	6,084	6,998	8,045	9,262	10,640	12,236	14,072	16,182	
1	Auxiliar de Contabilidad	4,000	4,800	5,290	6,084	6,998	8,045	9,262	10,640	12,236	14,072	16,182	
1	Auxiliar Industrial	4,000	4,800	5,290	6,084	6,998	8,045	9,262	10,640	12,236	14,072	16,182	
1	Auxiliar de control de calidad	4,000	4,800	5,290	6,084	6,998	8,045	9,262	10,640	12,236	14,072	16,182	
1	Auxiliar de Compras	4,000	4,800	5,290	6,084	6,998	8,045	9,262	10,640	12,236	14,072	16,182	
2	secretaria	4,000	4,800	5,290	6,084	6,998	8,045	9,262	10,640	12,236	14,072	16,182	
1	Office boy	3,000	3,600	4,232	4,887	5,597	6,438	7,402	8,512	9,769	11,257	12,948	
1	Mozo	3,000	3,450	3,988	4,583	5,247	6,054	6,939	7,980	9,177	10,554	12,137	
	total	180,200	207,230	238,316	274,062	315,171	362,447	418,814	479,338	551,238	633,921	729,010	

Tabla 5.6.

Amortización del crédito refaccionario.

Financiamiento 60 % sobre la inversión fija *

Monto : 37,604,998

Tasa de interés 35 % anual de saldos insolutos

Plazo 5 años incluyendo uno de gracia

Pagos: iguales de capital más intereses.

Renta fija = 16.939.500

Periodo	Monto	Interés	Pago a principal	Saldo
1	37604998	13161749.3	0	37604998
2	37604998	13161749.3	3777750.7	33827247.3
3	33827247	11839536.6	5099963.445	28727283.9
4	28727284	10054549.3	6884950.651	21842333.2
5	21842333	7644816.62	9294683.379	12547649.8
6	12547650	4391677.44	12547822.56	

*Nivel de financiamiento aceptado por el proyecto

PROGRAMA DE DEPRECIACION Y AMORTIZACION								
ACTIVOS FIJOS	MONTO (Dolares)	TASA DE DEPRECIACION	1999	2000	20001	2002	2003	VS AÑO 5
Equipos de proceso.	1,926,235	9	173,361	173,361	173,361	173,361	173,361	1,058,429
Equipos de Servicios Auxiliares.	322,660	10	32,266	32,266	32,266	32,266	32,266	161,330
Sistemas Contra Incendio	25,114	10	2,511	2,511	2,511	2,511	2,511	12,557
Obra Civil y Estructural.	998,539	5	49,927	49,927	49,927	49,927	49,927	748,904
Instalación de Equipo.	40,778	10	4,078	4,078	4,078	4,078	4,078	20,389
Obra Mecánico y Tuberías.	770,494	9	69,344	69,344	69,344	69,344	69,344	423,772
Instalación Eléctrica.	231,148	10	23,115	23,115	23,115	23,115	23,115	115,574
Instalación de Instrumentos y Controles.	539,346	10	53,935	53,935	53,935	53,935	53,935	269,673
Aislamiento y Pintura.	22,603	10	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260	11,301
Mobiliario de Oficina.	19,605	10	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	9,802
Equipo de Transporte.	45,205	10	4,521	4,521	4,521	4,521	4,521	22,603
Terreno.	97,945	5	4,897	4,897	4,897	4,897	4,897	73,459
Imprevistos y Contingencias.	226,782	10	22,878	22,878	22,878	22,878	22,878	114,391
TOTAL DE ACTIVOS FIJOS	5,268,455		445,054	445,054	445,054	445,054	445,054	3,043,185
GASTOS DE PREOPERACION								
Licencia.	96,312	10	9,631	9,631	9,631	9,631	9,631	48,156
Ingeniería Básica y de Detalle.	141,267	10	14,127	14,127	14,127	14,127	14,127	70,634
Gastos de Prueba y Arranque.	103,596	10	10,360	10,360	10,360	10,360	10,360	51,798
Gastos Financieros en Preoperación.	385,827	10	38,583	38,583	38,583	38,583	38,583	192,913
TOTAL DE GASTOS DE PREOPERACION:	727,001		72,700	72,700	72,700	72,700	72,700	363,501
Gastos de Esterilización.	279,875	10	27,987	27,987	27,987	27,987	27,987	139,937
Control de Contaminación.	335,849	10	33,585	33,585	33,585	33,585	33,585	167,925
INVERSION TOTAL	6,611,181		579,327	579,327	579,327	579,327	579,327	3,714,546

Fuente: Elaboración propia con cotización directa de proveedores varios.

Los métodos de evaluación económica son los que proporcionan los criterios de decisión de inversión a los dueños de las empresas. Por tanto, un buen criterio de decisión redituara en ganancias para la empresa.

En general se pueden clasificar los métodos de evaluación económica en dos grupos:

1.- Los métodos pueden tomar en cuenta el valor del dinero en el tiempo, como son las razones financieras: razón de liquidez, tasa de apalancamiento, tasas de actividad y tasas de rentabilidad.

Estos métodos generalmente se usan cuando se requiere de una evaluación rápida, ya que dan una indicación de la factibilidad de un proyecto, pero de ninguna manera son confiables cuando se requiere de un análisis a fondo de un propuesta de ya que toman en cuenta el valor del interés a la tasa que se aplica a la propuesta de inversión, la cual no asegura la factibilidad de invertir.

2.- Los métodos de evaluación que si toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Los más importantes y fundamentales son : valor presente neto (VPN), y tasa interna de retomo (TIR).

En las siguientes tablas de flujo neto de efectivo analizamos el valor presente neto y tasa interna de retomo en dos escenarios optimista y pesimista variando las ventas y los años de vida del proyecto.

Tabla de flujos de efectivo

ESCENARIO PESIMISTA EN VENTAS

ALTERNATIVA A

i	Vida (años)	10
ii	Inversión	6.59
iii	Capacidad de producción	3000
iv	Valor de rescate	3.70
v	Modelo de ingreso total	$I = 0.055q$
	Precio unitario	0.905
vi	Modelo de costo total	$c = 5.4 + 0.004q$
	costo variable	0.0004
	costo fijo	5.4000
vii	Piezas producidas (al equilibrio)	1255.81
viii	Utilidad al 100% de capacidad	6
ix	Utilidad sobre ventas al 100%	53.19%

		AÑOS										TOTAL	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
x	Plan de ventas Anuales		1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	2,000	2,000	15,900
	Porcentaje sobre la capacidad		37%	40%	43%	47%	50%	53%	57%	60%	67%	67%	
	Ingresos												
	Depreciación		0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	6.58
	Beneficio adicional		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	15.00
	Ventas		5.17	5.64	6.11	6.58	7.05	7.52	7.99	8.46	9.40	9.40	73.32
	Subtotal Ingresos		7.33	7.80	8.27	8.74	9.21	9.68	10.15	10.62	11.56	11.56	94.91
xi	Ingresos												
	costos variables (Spva)		0.44	0.48	0.52	0.58	0.60	0.64	0.68	0.72	0.80	0.80	6.24
	costos fijos		5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	54.00
	Subtotal Egresos		5.84	5.88	5.92	5.98	6.00	6.04	6.08	6.12	6.20	6.20	60.24
	Gastos de venta y administrativos		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
xii	Utilidad antes de impuestos	-6.50	1.46	1.89	2.32	2.75	3.18	3.61	4.04	4.47	5.33	5.33	34.65
	Impuestos (al 65% de UAI)		0.81	1.04	1.28	1.51	1.75	1.99	2.22	2.48	2.93	2.93	19.05
	Utilidad neta		0.66	0.85	1.05	1.24	1.43	1.63	1.82	2.01	2.40	2.40	15.58
	Depreciación		0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	6.59
	Flujo neto de efectivo		1.32	1.51	1.70	1.90	2.09	2.29	2.48	2.67	3.08	3.08	22.18
xiii	Flujo Acumulado	-6.50	-5.13	-3.23	-0.91	1.85	5.03	8.85	12.69	17.16	22.50	27.63	
xiv	Utilidad Sobre Ventas		26%	34%	38%	42%	45%	48%	51%	55%	57%	57%	

TIR:	56%					
VPA:	3.36	6.02	1.47	-0.97	-2.40	-3.30
VAE:	0.67	0.98	0.35	-0.31	-0.89	-1.68
TASA:	15%	10%	20%	30%	45%	50%

Piezas producidas en el Punto de Equilibrio 1255.81

Fuente: Elaboración propia con información de proveedores. Cifras en millones de dólares

Tabla de flujos de efectivo

ESCENARIO PESIMISTA EN VENTAS

ALTERNATIVA B

i	Vida (años)	5
ii	Inversión	6.500
iii	Capacidad de producción	1500
iv	Valor de rescate	3.70
v	Modelo de Ingreso total	$2 \times 0.05q$
	Precio unitario	0.0050
vi	Modelo de costo total	$0.1 \times 0.023q$
	costo variable	0.0004
	costo fijo	5.400
vii	Piezas producidas (al equilibrio)	1173.913
viii	Utilidad al 100% de capacidad	2
ix	Utilidad sobre ventas al 100%	20.00%

		Años					TOTAL	
		0.	1	2	3	4	5	
x	Plan de ventas Anuales		600	600	750	850	800	3,700
	Porcentaje sobre la capacidad		40%	40%	50%	57%	60%	
	Ingresos		0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	3.30
	Depreciación		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	7.50
	Beneficio adicional		2.82	2.82	3.53	4.00	4.23	17.39
Subtotal Ingresos			4.98	4.98	5.68	6.15	6.39	26.19
xi	Egresos							
	costos variables		0.24	0.24	0.30	0.34	0.36	1.48
	costos fijos		5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	27.00
	Subtotal Egresos		5.64	5.64	5.70	5.74	5.76	28.48
xii	(I) Ingresos - Egresos	-6.50	-0.66	-0.66	-0.02	0.41	0.63	-0.30
xiii	Flujo Acumulado	-6.50	-7.25	-7.91	-7.93	-7.51	-6.89	
xiv	Utilidad Sobre Ventas		-23%	-23%	0%	10%	15%	

TRE	# NUMI					
VPV	-6.89	-7.06	-7.16	-7.18	-7.16	
VAE	-1.38	-1.87	-2.39	-2.95	-3.53	-4.13
TASA	0%	10%	20%	30%	40%	50%

Piezas producidas en el Punto de Equilibrio	1,173.91
---	----------

Punto: Elaboración propia con información de proveedores. Cifras en millones de dólares

Tabla de flujos de efectivo

ESCENARIO PESIMISTA EN VENTAS

ALTERNATIVA C

i	Vida (años)	2
ii	Inversión (millones \$)	6.580
iii	Capacidad de producción	1500
iv	Valor de rescate (millones de \$)	3.70
v	Modelo de ingreso total (millones de \$)	$I = 0.05q$
	Precio unitario	0.005
vi	Modelo de costo total	$ct = 5.4 + 0.005q$
	costo variable	0.0004
	costo fijo	5.400
vii	Piezas producidas (al equilibrio)	1173.913
viii	Utilidad al 100% de capacidad	2
ix	Utilidad sobre ventas al 100%	20.00%

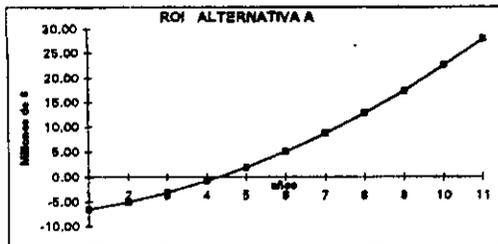
AÑOS

		0	1	2	TOTAL
x	Plan de ventas Artesales		400	400	800
	Porcentaje sobre la capacidad		27%	27%	
	Ingresos (millones \$)				
	Depreciación		1	1	2
	Beneficio adicional		1	1	2
xi	Ventas		2	2	4
	Subtotal Ingresos (Millones \$)		4	4	8
xii	Egresos (millones \$)				
	costos variables		0	0	0
	costos fijos		5	5	1
	Subtotal Egresos		6	6	11
xiii	(FE) Ingresos - Egresos	-6.58	-1	-1	-3
xiv	Flujo Acumulado	-6.58	-7.95	-9.43	
	Utilidad Sobre Ventas		68%	75%	

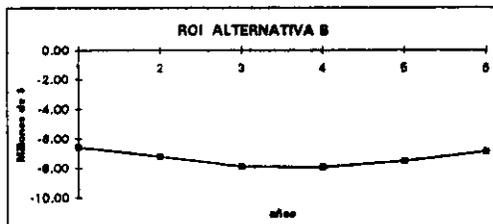
TIR:	#(NUM)					
YPA	-8.43	-8.23	-7.29	-6.56	-5.94	-5.44
VAE	-4.72	-4.74	-4.77	-4.81	-4.85	-4.89
TASA	0%	10%	20%	30%	40%	50%

Piezas producidas en el Punto de Equilibrio	1,173.91
---	----------

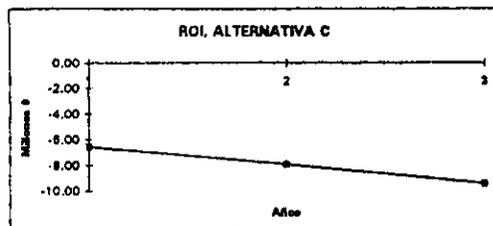
Tabla de flujos de efectivo



Recuperación de la inversión en el año 6.



No recupera en la vida del proyecto



No recupera en la vida del proyecto

Fuente: Elaboración propia con información de proveedores. Cifras en millones de dólares

Tabla de flujos de efectivo

ESCENARIO OPTIMISTA EN VENTAS

ALTERNATIVA A

i	Vida (años)	10
ii	Inversión	6,560
iii	Capacidad de producción	3000
iv	Valor de rescata	3,701
v	Modelo de Ingreso total	$I = 0.05c_t$
vi	Modelo de costo total	$ct = 10 + 0.23c_t$
	costo variable	0.000
	costo fijo	5.400
vii	Piezas producidas (al equilibrio)	1173.013
viii	Utilidad al 100% de capacidad	6
ix	Utilidad sobre ventas al 100%	56.00%

		AÑOS										TOTAL	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
x	Plan de ventas Anuales		2,002	2,100	2,279	2,417	2,555	2,693	2,831	3,000	3,000	3,000	25,876
	Porcentaje sobre la capacidad		67%	70%	76%	81%	85%	90%	94%	100%	100%	100%	
	Ingresos												
	Depreciación		0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	6.59
	Beneficio adicional		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	15.00	
	Ventas		10.01	10.50	11.40	12.08	12.78	13.47	14.16	15.00	15.00	15.00	129.39
	Subtotal Ingresos		12.17	12.66	13.55	14.24	14.94	15.62	16.32	17.18	17.16	17.16	150.98
xi	Egresos												
	costos variables		0.80	0.84	0.91	0.97	1.02	1.08	1.13	1.20	1.20	1.20	10.35
	costos fijos		5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	54.00
	Subtotal Egresos		6.20	6.24	6.31	6.37	6.42	6.48	6.53	6.60	6.60	6.60	64.35
	Gastos de venta y administración		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.25
xii	Utilidad antes de impuestos	-6.59	5.94	6.39	7.22	7.65	8.49	9.12	9.76	10.53	10.53	10.53	66.63
	Impuestos (al 55% de UAI)		3.27	3.52	3.97	4.32	4.67	5.02	5.37	5.79	5.79	5.79	47.65
	Utilidad neta		2.67	2.88	3.25	3.53	3.82	4.10	4.39	4.74	4.74	4.74	39.98
	Depreciación		0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	6.59
	Flujo neto de efectivos		3.33	3.54	3.91	4.19	4.48	4.76	5.05	5.40	5.40	5.40	45.57
xiii	Flujo Acumulado	-6.59	-0.65	5.75	12.97	20.82	29.31	36.43	49.19	58.72	69.26	79.79	166.42
xiv	Utilidad Sobre Ventas		59%	61%	63%	65%	66%	68%	69%	70%	70%	70%	

IRR:	99%					
VPN	10.91	16.58	13.40	10.90	8.89	7.28
VAE	2.60	5.36	4.94	4.51	4.10	3.69
TASA	20%	30%	35%	40%	45%	50%

Piezas producidas en el Punto de Equilibrio 1,173.01

Fuente: Elaboración propia con información de los proveedores. Cifras monetarias en millones de dólares

Tabla de flujos de efectivo

ESCENARIO OPTIMISTA EN VENTAS

ALTERNATIVA B

i	Vida (años)	5
ii	Inversión	6.500
iii	Capacidad de producción	3000
iv	Valor de rescate	3.70
v	Modelo de Ingreso total	$R = 0.05q$
	Precio unitario	0.005
vi	Modelo de costo total	$c = 10 + 0.23q$
	costo variable	0.000
	costo fijo	5.400
vii	Piezas producidas (al equilibrio)	1173.913
viii	Utilidad al 100% de capacidad	8
ix	Utilidad sobre ventas al 100%	58.00%

AÑOS

		1	2	3	4	5	TOTAL	
x	Plan de ventas Anuales		1,750	1,850	1,950	2,000	2,000	9,550
	Porcentaje sobre la capacidad		58%	62%	65%	67%	67%	
	Ingresos (millones de \$)		0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	3.30
	Depreciación		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	7.50
	Beneficio adicional		8.75	9.25	9.75	10.00	10.00	47.75
	Subtotal Ingresos		10.91	11.41	11.91	12.18	12.18	58.55
xi	Egresos (millones de \$)							
	costos variables		0.70	0.74	0.78	0.80	0.80	3.82
	costos fijos		5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	27.00
	Subtotal Egresos		6.10	6.14	6.18	6.20	6.20	30.62
xii	(FR) Ingresos - Egresos	-6.50	4.81	5.27	5.73	5.98	5.98	27.73
xiii	Flujo Acumulado	-6.50	-1.78	3.49	9.22	15.18	21.14	
xiv	Utilidad Sobre Ventas		55%	57%	56%	60%	60%	

Y/N:	74%				
VPN	10.18	12.92	8.05	5.02	3.08
VAE	3.04	3.41	2.89	2.08	1.50
TASA	15%	10%	20%	30%	40%

Piezas producidas en el Punto de Equilibrio	1,173.91
---	----------

Fuente: Elaboración propia con información de los proveedores. Cifras monetarias en millones de dólares

Tabla de flujos de efectivo

ESCENARIO OPTIMISTA EN VENTAS

ALTERNATIVA C

i	Vida (años)	2
ii	Inversión	8.500
iii	Capacidad de producción	3000
iv	Valor de rescata	3.70
v	Modelo de Ingreso total	$R = 005q$
	precio unitario	0.005
vi	Modelo de costo total	$ct = 5.4 + 0.004q$
	costo variable	0.0004
	costo fijo	5.400
vii	Piezas producidas (al equilibrio)	1173.913
viii	Utilidad al 100% de capacidad	8
ix	Utilidad sobre ventas al 100%	56.00%

		AÑOS			TOTAL
		0	1	2	
x	Plan de ventas Anuales		500	500	1.000
	Porcentaje sobre la capacidad		17%	17%	
	Ingresos				
	Depreciación		1	1	2
	Beneficio adicional		1	1	2
xi	Ventas		3	3	5
	Subtotal Ingresos		5	5	8
	Egresos				
xii	costos variables		0	0	0
	costos fijos		1	1	2
	Subtotal Egresos		1	1	2
xiii	(FE) Ingresos - Egresos	-8.50	4	4	7
xiv	Flujo Acumulado	-8.50	-3.00	0.41	
xv	Utilidad Sobre Ventas		140%	140%	

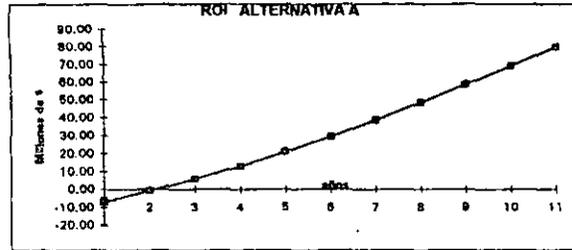
T_m	4%					
VPN	-1.24	-0.47	-1.04	-1.41	-1.65	-1.80
Vici	-0.88	-0.27	-0.88	-1.03	-1.34	-1.62
TASA	25%	10%	20%	30%	40%	50%

Piezas producidas en el Punto de Equilibrio	1,173.91
---	----------

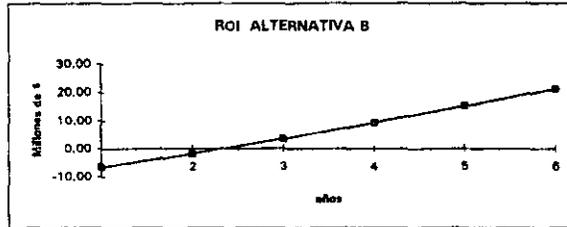
Fuente: Elaboración propia con información de los proveedores. Cifras monetarias en millones de dólares

Tabla de flujos de efectivo

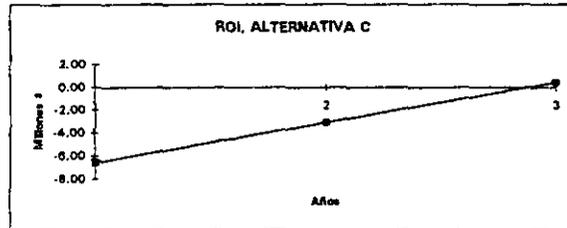
ESCENARIO OPTIMISTA EN VENTAS



Recuperación de la inversión en el año 3.5.



Recuperación de la inversión en el año 4.5.



no se recupera la inversión

Fuente: Elaboración propia con información de los proveedores. Cifras monetarias en millones de dólares

5.3. Cálculo de las razones financieras del proyecto.

El cálculo que se presenta a continuación solo contempla las siguientes razones:

1. Tasa circulante.
2. Prueba del ácido.
3. Tasa de la deuda.
4. Número de veces que se gana el interés.
1. Cálculo de la tasa circulante. Con los datos obtenidos en la tabla 5.4 del anexo 5 se tienen los siguientes valores.

Razón circulante = activo circulante/pasivo circulante

Razón Circulante (año 1 al 10) = 4.65

Se observa que el valor de la tasa es alto, ya que el valor comúnmente aceptado es 3.0. Es aconsejable aumentar el pasivo circulante o disminuir el activo circulante para estar dentro de este parámetro recomendado por Baca Urbina citado en la bibliografía.

2. Prueba del ácido de la misma tabla 5.4. se tiene:

Prueba del ácido = activo circulante – inventario / pasivo circulante

Prueba del ácido (año 1 al 10) = 2.8438

Para obtener este valor que se puede considerar un poco alto debido a que la liquidez de una empresa esta en el rango de 1 a 2, sé tubo que planear caja y bancos y cuentas por cobrar ya que sé tenía demasiada liquidez, reduciendo así de 30 días de crédito a solo 7 días. Ya que no es conveniente tener una cantidad tan alta en cuentas por cobrar, puesto que se puede pensar que la empresa esta otorgando demasiado crédito a los clientes.

3. Tasa de deuda si se considera que en activo fijo hay una inversión 62.674.996, en capital de trabajo, la inversión del primer año es de 25.069.998 y la deuda a largo plazo es de 37.604.498 entonces la tasa de deuda es de:

$$\frac{37.604.498}{62.674.996 + 25.069.998} = 0.42$$

La tasa de deuda es un poco alta para un valor promedio de 0.33 la determinación es definitiva para saber si la empresa podría tener problemas financieros con el pago de esta deuda.

4. Número de veces que se gana el interés. Los datos para su cálculo son tomados de las tablas 5.1 y 5.2.

Número de veces que se gana el interés = Utilidad bruta / pago de interés

Número de veces que se gana el interés (año 1) = 1.91	(año 4) = 5.89
(año 2) = 2.58	(año 5) = 9.96
(año 3) = 3.82	(año 6) = 22

En un valor conservador de 8 aceptado para esta tasa, se observa que hasta el quinto año de operación se alcanza un margen de seguridad la empresa debe verse con problemas para pagar intereses en los primeros tres años, en caso de no producir los niveles pronosticados de ventas.

5.4. Análisis de sensibilidad.

Se denomina análisis de sensibilidad (AS) a el procedimiento por medio del cual se puede determinar cuanto se afecta (que tan sensible es) la TIR, el ROI ante cambios de determinadas variables del proyecto.

El proyecto tiene una gran cantidad de variables, como son los costos, ingresos, volumen de producción, tasa y cantidad de financiamiento, etc. El análisis no está enfocado a modificar cada una de estas variables para observar su efecto sobre el ROI y TIR, ni alterar alguno de los costos de producción, administración o ventas en forma aislada para observar ese cambio.

Las estimaciones hechas son anuales, a lo largo de un año, al menos en los momentos actuales y en países en vías de desarrollo, como México, se suceden aumentar en toda clase de insumos, y lo más conveniente es tomar promedio general de inflación y no aumentos parciales en cada insumo y en tiempos menores de un año, pues esto llevaría a nada en un análisis de sensibilidad.

Entonces, como primera recomendación, se puede decir que es inútil hacer AS sobre insumos individuales, ya que sus aumentos de precios nunca se dan aislados. Al final de un año, el aumento se realiza general y no único.

Hay variables que están fuera de control del empresario, y sobre ellas si es necesario practicar un AS. La primera de estas variables es el volumen de producción que afectaría directamente los ingresos. No se habla del precio del producto, que si depende del empresario y puede compensar de inmediato cualquier aumento de los costos, con sólo aumentar el precio de venta.

Los pronósticos de venta han sido calculados ajustando una serie de datos históricos obteniendo una ecuación que permite pronosticar cuál será el futuro volumen de ventas. Como se puede observar en el estudio de mercado, el análisis se hizo con

tres variables, considerando a la tercera de ellas el PIB, que fue el que dio mayor correlación al ajuste.

Sin embargo, el hecho de hacer este pronóstico no implica necesariamente que así vaya a ser. En la tabla 5.8 se realizó un análisis de sensibilidad para observar el comportamiento de la rentabilidad sobre la inversión (ROI) las variables que se afectan son las ventas, total de la inversión, tiempo de vida del proyecto de esta forma obtenemos un análisis práctico previo antes de realizarlo más detalladamente como se hizo al variar también ventas y tiempo de vida del proyecto en dos escenarios optimista y pesimista como se realizó en los cuadros anteriores.

Análisis de sensibilidad

Efecto de las variables en los beneficios de inversión. Tabla 5.8.

VARIABLES	BASE	VARIACION A	VARIACION B	VARIACION C	VARIACION D	VARIACION E	VARIACION F
PROMEDIO DE VENTAS ANUALES	13,026,315.79	16,550,430.50	13,026,315.79	10,565,412.50	10,565,412.50	13,026,315.80	13,026,315.80
COSTOS DE PRODUCCION	7,096,251.80	7,096,251.80	7,096,251.80	7,096,251.80	7,096,251.80	7,096,251.80	7,096,251.80
BENEFICIOS BRUTOS	5,930,063.99	9,454,178.70	5,930,063.99	3,469,160.70	3,469,160.70	5,930,064.00	5,930,064.00
TOTAL DE LA INVERSION	7,880,400.69	7,880,400.69	7,880,400.69	10,000,000.50	6,550,300.20	7,880,400.69	7,880,400.69
VIDA DEL PROYECTO	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.00	9.00
DEPRECIACION	788,040.07	788,040.07	788,040.07	1,000,000.05	655,030.02	716,400.06	875,600.08
IMPUESTO SOBRE LA RENTA(42%)	2,490,626.88	3,970,755.05	2,490,626.88	1,457,047.49	1,457,047.49	2,490,626.88	2,490,626.88
UTILIDAD NETA	1,444,563.59	2,303,037.93	1,444,563.59	845,087.55	845,087.55	1,444,563.59	1,444,563.59
FLUJO NETO DE EFECTIVOS	2,232,603.66	3,091,078.00	2,232,603.66	1,845,087.60	1,500,117.57	2,160,963.65	2,320,163.67
ROI (%)UTILIDAD NETA	18.33	29.22	18.33	8.45	12.90	18.33	18.33
CAMBIO PORCENTUAL		59.70	0.17	-53.82	-29.50	0.17	0.17
ROI (%)FLUJO NETO DE EFECTIVOS	28.33	39.22	28.33	18.45	22.90	27.42	29.44
CAMBIO PORCENTUAL		38.60	0.11	-34.80	-19.08	-3.10	4.04

Fuente: Elaboración propia.

5.5. Selección del mejor proyecto

El análisis incremental encuentra su mayor aplicación y uso en la selección del mejor proyecto de inversión, tomando como principales indicadores el monto de inversión y las ganancias netas de los flujo de efectivo, estos son comparados incrementalmente escogiendo así la mejor alternativa basándose en los resultados de los ROI'S Y DCF'S.

En primer lugar es determinar el incremento de la ganancia neta y flujo de dinero entre diferentes proyectos de inversión A y B, A y C, B y C. etc. En segundo Lugar es determinar la diferencia entre dos inversiones, por A y B, A y C y B y C etc.

$$\text{ROI incremental} = \text{ROI}_{B-A} = P_B - P_A / (I + I_w)_B - (I - I_w)_A$$

$$\text{ROI}_{C-B} = P_C - P_B / (I + I_w)_C - (I + I_w)_B$$

P_n = Ganancias netas del proyecto N.

I = Inversión Fija.

I_w = Capital del trabajo.

$I = (I + I_w)_N$ = inversión Total del Proyecto N

En términos de flujo de Cajas Descontados (DCF)

$$O \text{ incremental} = - ((I + I_w)_B - (I + I_w)_A)$$

$$+ (NCF_B - NCF_A) / (1+i)^1 + (NCF_B - NCF_A) / (1+i)^2$$

$$+ \dots + (NCF_B - NCF_A) / (1+i)^n$$

Si tenemos el proyecto de ácido Láctico, la siguiente información obtenida del cuadro 5.1.1. de donde seleccionamos la mejor alternativa.

ALTERNATIVA	TOTAL DE LA INVERSION	FLUJO NETO DE EFECTIVOS
A	7.880.400,06	2.160.963,65
B	6.550.300,02	1.500.117,57

Se calcula primeramente el ROI individual, seguido del calculo del ROI incremental.

El ROI incrementa. > ROI m ROI m = 20 %

$$\text{ROI}_A = P_A / (I + I_w)_A = 22.90 \%$$

$$\text{ROI}_B = P_B / (I + I_w)_B = 27.42 \%$$

$$\text{ROI}_{B-A} = P_B - P_A / (I + I_w)_B - (I - I_w)_A = 49.38 \%$$

Ninguna de las dos alternativas muestra un ROI de 20 %; por lo tanto, la alternativa B es escogida, basada en ROI incremental de 49.38 % esto excede ROI m.

Los resultados obtenidos los podemos tabular de la siguiente manera:

ALTERNATIVA	TOTAL DE INVERSION	FLUJO NETO DE EFECTIVOS	ROI	ROI INCREMENTAL A	ROI INCREMENTAL B
A	6.550.300,02	1.500.117,57	22.9
B	7.880.400,0	2.160.963,06	27.42	49.38

ROI = (Retorno sobre la inversión)

DCF = (Flujo de Caja Descontado)

Conclusiones del capítulo

La evaluación económica es de vital importancia para la toma de decisiones, los estados de resultados nos dan una idea de si el proyecto es factible o no, todo nuestro análisis esta en función al modelo económico identificando cada uno de los costos y gastos que intervienen en nuestra inversión llegando así a la conclusión de que el proyecto es rentable, sin embargo hay que considerar que hay variables las cuales no podemos tener cierto control y están ligadas directamente con nuestra Inversión como son los incrementos en los servicios e insumos utilizados. Para contemplar esto dentro del estudio económico se calculan anualmente con una inflación constante del 15 % y realizando también, un análisis de sensibilidad realizando una variación en nuestro volumen de producción.

Capítulo VI

Apertura comercial

Es evidente que cualquier inversión para producir bienes lleva un riesgo implícito. Este riesgo será menor entre más se conozca sobre todas las condiciones económicas, de mercado, tecnológicas, etc. , que rodean el proyecto. Sin embargo, no se trata de declarar que un proyecto de inversión es económicamente rentable y con cierto riesgo bajo determinadas condiciones y realizar la inversión; si a corto plazo esas condiciones iniciales cambian, la inversión ya hecha se vuelve económicamente no rentable y la empresa va a la quiebra a los 3 o 4 años de instalada.

El enfoque que se presenta en este capítulo es de observar como se comporta nuestro país en un mercado abierto, como puede influir la globalización en los proyectos de inversión, ya que se tienen variables las cuales no podemos predecir, ya que los cambios mundiales pueden influir en la economía y al final se puede realizar un estudio de mercado en donde se tenga un producto de primera necesidad, sin embargo si se incrementa la inflación el poder adquisitivo baja sustancialmente y a su vez no se cumplen con las proyecciones de ventas.

La relación que puede tener este capítulo con los anteriores es el de dar una visión más amplia en el sentido de que para poder realizar un proyecto de inversión, debemos considerar que estamos en un mundo cada vez más competitivo y con mejor calidad día a día.

6.1. Aspectos de la globalización

El capital se globaliza por la cada vez mayor facilidad tecnológica de hacer transferencias electrónicas entre países y continentes, así como por la disponibilidad de información cada vez más completa y oportuna (y sistemas para procesarla) sobre una cantidad cada vez mayor de países que están ofreciendo oportunidades para el desarrollo capitalista. Al globalizarse el capital (los inversionistas), se globalizan también las empresas con inversiones directas (empresas transnacionales), las empresas con inversiones financieras (los administradores de inversiones), y las instituciones financieras que les proporcionan servicios financieros (bancos comerciales y de inversión, y aseguradoras).

El comercio de bienes y servicios fue el primer aspecto de la globalización en manifestarse después de la II Guerra Mundial, con la hegemonía estadounidense, y el establecimiento de organizaciones para el fomento del comercio mundial como el GATT (ahora la Organización Mundial de Comercio, *World Trade Organization* - WTO). El comercio mundial creció 16 veces entre 1945 y 1996.

La globalización se facilita si las personas tienen mayores posibilidades de viajar e interactuar.

En la época de la posguerra, este fenómeno se ha dado como resultado de la expansión del comercio y, con el avance tecnológico de los medios de transporte, por la expansión masiva del transporte comercial.

6.2. Las causas de la globalización

Después de la II Guerra Mundial, fue el comercio internacional el que impulsó la economía global. Este impulso demostró la superioridad del modelo capitalista, y proporcionó la prosperidad como base para los desarrollos tecnológicos, lo que a su vez dio por resultado la calma sorprendentemente pacífica del colectivismo.

6.3. Los mercados emergentes

El concepto de "emergentes" es pasivo, y refleja las ideas de la economía de mercado de la década (protagonizada por los Sres. Ronald Reagan y Margaret Thatcher) en contraste con la intervención estatal implícita en la palabra "desarrollo" de los años anteriores. Técnicamente, un "mercado emergente" representa "el mercado de capitales de un país en vías de desarrollo en el cual se pueden realizar inversiones financieras". Sin embargo, este uso se ha extendido para cubrir a los mismos países, aun a los que no tienen mercados de capitales.

El primer uso del término "mercados emergentes" se remonta a 1986, cuando se lanzó el "Emerging Markets Growth Fund Inc.", patrocinado por la Corporación Financiera Internacional (IFC), una subsidiaria del Banco Mundial, y por el Capital Group, la mayor administradora de inversiones internacionales en EU.¹⁰ El objetivo de inversión del fondo fue el de "buscar crecimiento a largo plazo del capital por medio de la inversión en valores de países en vías de desarrollo".

El fondo consiguió, con mucha dificultad, US\$50 millones, y se estimó en el prospecto de colocación que "se podría tardar hasta un año en colocar la totalidad de los fondos en valores de países en vías de desarrollo".

1986		1997		
Brasil	Africa del Sur	Filipinas	Malasia	Singapur
Chile	Argentina	Grecia	México	Sri Lanka
Filipinas	Bangladesh	Hong Kong	Marruecos	Taiwán
Jordania	Brasil	Hungría	Pakistán	Tailandia
Corea del Sur	Chile	India	Perú	Turquía
Malasia	China	Indonesia	Polonia	Venezuela
México	Colombia	Israel	Portugal	Zimbabue
Tailandia	Corea del Sur	Jamaica	Rep. Checa	
	Egipto	Jordania	Rusia	

Fuente: IFC, CrossBorder Capital

¹⁰El término se atribuye a Antoine van Agtmael, entonces ejecutivo del IFC, y ahora reconocido administrador de fondos en mercados emergentes.

Después de este primer lanzamiento, los mercados emergentes recibieron un gran empuje por las fuerzas de la globalización arriba citadas: ideas (el colapso del comunismo, que implica la incorporación de unos 3 mil millones de personas adicionales al mercado global) e información (la ampliación a mercados emergentes de servicios especializados como Reuters, Bloomberg, y Telerate) ocasionando un flujo cada vez mayor de capitales, bienes, servicios y personas a estos países.

6.4. México en la globalización

Durante el período posterior a la II Guerra Mundial, México participó plenamente en el movimiento globalizador representado por la fundación del Banco Mundial y del Fondo Monetario Internacional en 1945. En los años 70, el auge petrolero hizo que México estuviera entre los más importantes países receptores de los "petrodólares" creados por el propio auge, y México fue el país que detonó la crisis de la deuda de 1982, así como el primer país en salir de la crisis con el anuncio del Plan Brady en marzo de 1989. Cuando el ritmo mundial de la globalización se aceleró con las políticas de Thatcher y Reagan en los años 80, México empezó a aplicar políticas de liberalización, desregulación, internacionalización y privatización. Los pasos más importantes en este proceso fueron el ingreso al GATT (ahora la Organización Mundial del Comercio - OMC) en 1986, la apertura hacia el capital extranjero representado por el establecimiento del Fondo Nafin en 1989, la privatización de TELMEX en 1990, y su oferta pública posterior en la Bolsa de Nueva York (*New York Stock Exchange* - NYSE) en 1991, y la privatización de los bancos entre 1991 y 1992 (cuadro 6-2).

Cuadro 6-2. México: pasos hacia la globalización 1984-98

Miguel de la Madrid

1984 (feb.) Reprivatización de activos no bancarios

1986 Quiebra de Aeroméxico

1986 Ingreso al GATT

1987 (dic.) Pacto de Solidaridad Económica

Carlos Salinas

1989 (mar) Anuncio del Plan Brady

1989 (may.) Anuncio del Fondo Neutro de Nacional Financiera

1990 (may.) Anuncio de la reprivatización de la banca

1990 (jun.) Anuncio oficial del inicio de negociaciones para el TLC

1990 (dic.) Venta del paquete de control de Telmex

1990 Permiso para extranjeros de invertir libremente en Cetes y Tesobonos

1991 (may.) Venta del paquete de Telmex a través de la Bolsa de Nueva York (NYSE)

1991 (jun.) Primera privatización bancaria (Multibanco Mercantil)

1992 (abr.) Oferta pública simultánea de ICA en la BMV y NYSE

1993 (nov.) Aprobación del TLC en EU

1994 (ene) Implementación del TLC 1994 (abr.) Línea de apoyo acordada con el Tesoro de EU

1994 (abr.) Ingreso a la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico).

Ernesto Zedillo

1994 (dic.) Crisis financiera mexicana: efecto "tequila" en mercados emergentes

1995 (mar) Paquete de rescate financiero organizado por EU

1997 (ene) Pago del paquete de rescate a EU por gobierno mexicano

1998 (mar) Acuerdo petrolero entre México, Arabia Saudita y Venezuela

Fuente: Timothy Heyman, *Inversión en la Globalización*, ITAM 1998.

El proceso de globalización se fortaleció con la implementación del Tratado de Libre Comercio (TLC) en 1994, y el ingreso a la OCDE en el mismo año.

Una forma de ver la crisis financiera de 1994 es como una consecuencia de la globalización. Un estímulo aparentemente pequeño (el aumento, anunciado el día 20 de diciembre, de la paridad superior de la banda de flotación en un 15%) desató una ola de especulación en todos los instrumentos de inversión mexicanos operados en México y fuera de México. Estas inversiones (e inversionistas) en los mercados de acciones, deuda y derivados dentro y fuera de México interactuaron entre sí para ocasionar un crac financiero: la exageración irracional en la devaluación del peso, el alza de las tasas de interés, y la caída del mercado accionario.

Pero el rescate financiero orquestado por el gobierno estadounidense entre enero y marzo de 1995 tampoco hubiera sido posible sin la mayor globalización (interdependencia e interacción) implícita en el TLC. Este rescate facilitó la recuperación financiera de México en 1995 y la económica de 1996, en la misma forma que la competitividad de la industria mexicana, resultado de la apertura comercial en los años 1986-1994, hizo posible el auge en las exportaciones mexicanas después de la devaluación de 1994, causa importante de la misma recuperación económica. El éxito del rescate se comprobó con el pago final al gobierno de EU el día 16 de enero de 1997, tres años antes de lo pactado.

6.5. México como mercado emergente

A pesar de la crisis de 1994, por el tamaño y nivel de desarrollo de sus mercados nacionales de capital y dinero, por la amplia disponibilidad de instrumentos de inversión y financiamiento ligados a México en los mercados internacionales, y por la penetración de instituciones financieras extranjeras en su sistema financiero, México se puede considerar como uno de los mercados emergentes más "globalizados".

Entre los principales mercados emergentes en 1998 México tenía el rango 8 en población, 5 en PIB, y 6 en valor de capitalización del mercado accionario.

6.6. El futuro

Al final del siglo XX, y en el umbral del tercer milenio, el proceso de globalización se ha acelerado. Las economías de los "mercados emergentes" han crecido más que las de los países desarrollados, con consecuencias positivas para el desarrollo de sus mercados de capital, y la inversión. México es uno de los mercados emergentes más globalizados, por su tamaño, por la sofisticación de sus mercados financieros (tanto dentro como fuera del país) y por la participación extranjera en su sistema financiero.

Es razonable considerar que estas tendencias son de largo plazo. Se ha comentado que los buenos futurólogos no son los que "pronostican" el futuro, sino los que saben

diagnosticar las tendencias actuales. Una vez diagnosticadas las tendencias, el pronóstico consiste en la extrapolación de estas tendencias al futuro. Por lo tanto, si las tendencias esbozadas en este capítulo se acercan a la realidad, se puede pronosticar que:

- a) Los mercados emergentes van a cobrar una importancia cada vez mayor en el universo de opciones de inversión. En su conjunto, ofrecerán un mayor rendimiento, aunque con mayor riesgo.
- b) México seguirá colocándose entre los mercados emergentes más importantes por su tamaño, sofisticación e internacionalización financiera.
- c) El sistema financiero mexicano y sus instrumentos de inversión, por su nivel de internacionalización actual y previsible, se van a parecer cada vez más a los sistemas financieros desarrollados.
- d) Por su característica de mercado emergente, así como por el desarrollo de su sistema financiero, México ofrecerá cada vez mayores y mejores oportunidades al inversionista tanto nacional como global.

6.7. Industria manufacturera en México

VOCACION POR ENTIDAD FEDERATIVA

Por el valor que generan, cinco de los nueve subsectores en que se clasifica la actividad manufacturera en México, son importantes en buena parte de los 31 Estados y el Distrito Federal, como se muestra en el siguiente cuadro.

SUBSECTOR	ESTADOS
Productos alimenticios, bebidas y tabacos	32
Productos metálicos, maquinaria y equipo, incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión	26
Productos minerales no metálicos. Excluye los derivados del petróleo y carbón.	25
Sustancias químicas y productos derivados del petróleo	22
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	17

Fuente: XIV censo industrial. INEGI y páginas de Internet de los Estados

Productos alimenticios, bebidas y tabaco

- **Elaboración de bebidas:** Incluye bebidas destiladas de agave, caña y uva, así como otras bebidas alcohólicas, destilación de alcohol etílico, bebidas fermentadas de uva, industria de la cerveza y elaboración de refresco.
- **Elaboración de productos lácteos:** Incluye tratamiento y envasado de leche, elaboración de crema, mantequilla y queso, así como leche condensada, evaporada, en polvo, helados, paletas y cajeta.
- **Industria de la carne:** Incluye matanza de ganado y aves, congelación y empaçado de carne fresca y preparación de conservas y embutidos de carne.
- **Elaboración de conservas alimenticias:** Incluye preparación, envasado y deshidratación de frutas y legumbres, elaboración de sopas y guisos preparados, congelación y empaçados de mariscos frescos, secado y salado de pescados y mariscos y elaboración de concentrados para caldos de carne de res, pollo, pescado, mariscos y verduras.

Productos metálicos maquinaria y equipo. Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión

- **Industria automotriz:** Incluye fabricación y ensamble de automóviles, camiones, carrocerías y remolques. Así como fabricación de motores y sus partes para automóviles y camiones. Fabricación de partes para el sistema de transmisión, suspensión, sistema de frenos y otras partes y accesorios para automóviles y camiones.
- **Fabricación y/o ensamble de maquinaria, equipo y accesorios eléctricos.** Incluye para la generación de energía eléctrica: Contempla motores eléctricos y equipo para la generación, transformación y utilización de la energía eléctrica, solar o geotérmico, así como fabricación de equipo para soldar, partes y accesorios para el sistema eléctrico, fabricación, ensamble y reparación de equipo eléctrico para ferrocarril y aeronaves, fabricación de acumuladores y pilas eléctricas, electrodos de carbón y grafito, focos, tubos y bombillas para iluminación.
- **Fabricación y/o ensamble de equipo electrónico de radio y televisión, comunicaciones y de uso médico:** Comprende aparatos para comunicación, transmisión y señalización, aparatos eléctricos de uso médico; así como fabricación y ensambles de radios televisores y reproductores de sonido, cintas magnetofónicas y sus componentes y refacciones.

- Fabricación y/o ensamble de aparatos y accesorios de uso doméstico; excluye los electrónicos: Comprende estufas y hornos de uso doméstico, refrigeradores, lavadoras y secadoras, máquinas de cocer y calentadores eléctricos.

Productos minerales no metálicos. Excluye los derivados del petróleo y carbón.

- Fabricación de cemento, cal, yeso y otros productos a base de minerales no metálicos: Incluye cemento hidráulico, concreto premezclado, partes prefabricadas de concreto, mosaicos tubos y postes, abrasivos, corte pulido y laminado de mármol; además de cal, yeso y sus productos.
- Fabricación de vidrio y productos de vidrio: Incluye vidrio plano, liso y labrado, espejos lunas y similares, así como envases y ampollitas de vidrio, cristal refractario y artesanal.

Sustancias químicas y productos del petróleo

- Fabricación de sustancias químicas básicas; excluye las petroquímicas: Contempla la fabricación de productos químicos básicos orgánicos e inorgánicos, colorantes y pigmentos, gases industriales, fertilizantes, insecticidas y plaguicidas, incluye también resinas y hule sintético.
- Elaboración de productos de plástico: Incluye películas y bolsas de polietileno, perfiles, tubería y conexiones de resinas termoplásticas, asimismo, fabricación de productos de polivinilo, envases y piezas de plástico soplado y calzado, entre otros.
- Industria farmacéutica
- Industria de las fibras artificiales y/o sintéticas
- Refinación del petróleo

Textiles, prendas de vestir e Industria del cuero

- Hilado, tejido y acabado de fibras blandas; excluye de punto: Contempla el despepite y empacado de algodón, hilado de fibras blandas, hilo para cocer, bordar y tejer, estambres de lana y fibras químicas, telas de lana y fabricación de encaje, entre otros.
- Confección de prendas de vestir; confección de todo tipo de prendas de vestir de tela y cuero
- Industria del calzado. Excluye hule y/o plástico: Calzado principalmente de cuero, calzado de tela con suela de hule o sintética y otros tipos de calzado.

6.7.1. Relaciones comerciales

En la presente década México ha logrado un aumento sustancial de sus exportaciones. De 1990 a 1998 las ventas al exterior crecieron en 188%. Desde 1996 que México casi alcanzó los 100,000 millones de dólares de su comercio exterior, se convirtió en el primer exportador de América Latina y el décimo en el mundo. En los últimos cinco años las exportaciones crecieron 113% a Latinoamérica, 142% a Estados Unidos de América, 40% a la Unión Europea y 191% a los Tigres Asiáticos. Las importaciones han tenido una tendencia similar y en los últimos cinco años han crecido 91%.

México ha puesto en marcha Acuerdos Comerciales y Tratados de Libre Comercio con Chile en 1992, con Canadá y Estados Unidos de América en 1994, con Bolivia, Colombia y Venezuela (G-3) y Costa Rica en 1995 y con Nicaragua en 1998. Los seis Tratados suscritos hasta ahora con naciones del continente americano han permitido, no sólo tener acceso libre y confiable a los mercados de estos ocho países, sino mitigar los efectos recientes del entorno internacional.

El Acuerdo México-Chile, el cual recientemente fue ampliado como un Tratado de Libre Comercio en forma incluyendo temas como servicios, inversión, solución de controversias, compras gubernamentales y propiedad intelectual, ha favorecido desde su inicio el comercio entre ambos países. Las exportaciones de México a Chile han crecido en 515% desde 1991 y las importaciones 1,008% en el mismo lapso. El comercio en la actualidad entre los dos países supera los 1,400 millones de dólares anuales. México es importante proveedor de automóviles, computadoras y vehículos de carga.

El Tratado de Libre Comercio de América del Norte, ha sido un instrumento clave para incrementar los flujos de comercio e inversión entre México, Estados Unidos de América y Canadá. Hoy Norteamérica es una de las regiones más dinámicas e integradas del mundo. Aproximadamente el 52% de las exportaciones totales de la región se realizan entre los países socios del TLCAN. A partir de la entrada en vigor del TLCAN, Canadá se convirtió en el segundo mercado para los productos mexicanos y México ha logrado ser el tercer socio comercial de ese país, sólo después de Estados Unidos de América y Japón. Los principales productos exportados al mercado canadiense son automóviles, computadoras, motores, cables para bujías y televisores; en los últimos cinco años el comercio entre México y Canadá creció en 80%.

El comercio bilateral entre México y Estados Unidos de América, en los últimos cinco años se ha duplicado; hoy el mercado mexicano es el segundo más grande para los productos estadounidenses, y en este lapso, el comercio bilateral se incrementó en 120%. Las importaciones de productos estadounidenses han crecido al doble de las registradas en 1993 y llegaron en 1998 a 83 mil millones de dólares.

Igual comportamiento ha tenido el comercio exterior que se realiza con los otros países con los que se tiene un Tratado de Libre Comercio, así observamos que con Venezuela de 1994 a 1998 las exportaciones crecieron en 148% y las importaciones un 30%; en este mismo periodo, las ventas de bienes a Colombia aumento en 30% y las importaciones crecieron en 80%. Por otra parte, el comercio total entre México y Costa Rica aumentó en 128% en los últimos cinco años y el comercio con Bolivia se incrementó desde 1995 un 28%. Otros aspectos positivos de los tratados mencionados es la inversión directa que hasta ahora han generado sobre todo entre los países que conforman el TLCAN y la que realizan en México otras naciones del mundo, aprovechando la cercanía al mercado más grande del orbe y las oportunidades que ofrece el TLCAN.

6.7.2. Incentivos y apoyos para el desarrollo industrial.

Los siguientes son algunos de los rubros, tanto en incentivos como en apoyos, que proporcionan los Gobiernos de los Estados en México para el fomento y desarrollo de la planta industrial. La magnitud y aplicación de los incentivos y apoyos depende de cada Estado y de las características de las inversiones propuestas.

INCENTIVOS	APOYOS
<ul style="list-style-type: none"> • Promoción ante el Congreso del Estado de beneficios y estímulos fiscales o administrativo • Reducción de impuestos sobre adquisición de inmuebles. • Reducción de impuestos sobre nóminas • Reducción de derechos de inscripción en el registro público de la propiedad y el comercio. • Reducción del impuesto predial (otorgado por el congreso a solicitud del Gobierno del Estado y de los Ayuntamientos). • Condonación del impuesto sobre nómina. • Reducción del impuesto predial. • Reducción de la base del impuesto sobre la adquisición de bienes inmuebles. • Condonación de derechos de registro público de la propiedad y el comercio. • Condonación del pago de licencias de uso del suelo. • Condonación de licencias de construcción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de vínculos entre los sectores público y privado para organizar y asistir a eventos de alcance nacional e internacional. • Elaboración y difusión de "Costos industriales en el Estado" para mantener informados a los futuros inversionistas, • Creación de nuevos parques industriales. • Desarrollo de agrupamientos industriales. • Capacitación de mano de obra. • Facilitar al inversionista el vínculo con servicios legales, administrativos, financieros y logísticos. • Fomentar el vínculo de la industria con los centros de competitividad. • Localización de proveedores, prestadores de servicios y canales de comercialización. • Terreno para construcción de naves industriales a precio promocional en los parques industriales propiedad del Gobierno estatal. • Apoyo a las exportaciones

Fuente: Opinión de algunos Gobiernos de los las entidades federativas como Coahuila, Guanajuato, Querétaro, Guerrero, San Luis Potosí, entre otros.

6.8.La nueva ley de inversión extranjera de 1993.

Desde el inicio del periodo presidencial que abarca de 1988 a 1994, la estrategia económica asignó a la inversión extranjera el objetivo de contribuir a la modernización del aparato productivo nacional, en base a la complementariedad con la inversión nacional, según se consigna en el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994.¹

El día 27 de diciembre de 1993 apareció en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) la nueva Ley de Inversión Extranjera, la cual viene a sustituir a la Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Extranjera, Ley que databa desde 1973. La nueva Ley, tal como se expresa en su primer Capítulo, Artículo 1°, es de orden público y de observancia en toda la República Mexicana. Su objeto es la determinación de reglas para canalizar la inversión extranjera hacia el país y propiciar que ésta última contribuya al desarrollo nacional. Partiendo de este hecho, la política de promoción del capital externo se caracterizó desde entonces por su dinamismo y su flexibilidad para adaptarse mejor a los cambios suscitados en el entorno internacional y se sustentó, de conformidad con un documento elaborado por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial en tres líneas básicas de acción:

- 1.- La aplicación de una política económica congruente con el entorno económico internacional.
- 2.- La adecuación del marco jurídico de la inversión extranjera a los objetivos de internacionalización de la economía mexicana.
- 3.- La promoción de mecanismos de asociación del capital foráneo con el nacional.

Sobre el primer punto, la congruencia de la política económica de México para el periodo señalado, ha tenido un papel fundamental para ofrecer un ambiente de certidumbre para la inversión externa. Se ha observado dentro de la economía mexicana el saneamiento de las finanzas públicas, la menor participación del Estado en la economía, la consolidación de la apertura comercial con el exterior, a través de los diversos acuerdos comerciales con diferentes países, y la promoción de la inversión privada. El equilibrio en las finanzas públicas dio estabilidad, la reducción de las empresas propiedad del estado, la reestructuración de la deuda externa alcanzada a principios de 1990, la reducción de la inflación a un dígito fueron elementos alentadores para que la inversión privada desempeñara el papel de motor principal del desarrollo económico.

¹ Poder Ejecutivo Federal. Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. pp. 8788.

² Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. "Resultados de la Nueva Política de Inversión Extranjera en México 1989-1994." Octubre de 1994. pp. 9-12.

Para el segundo punto, la adecuación del marco jurídico, en 1989 apareció en el D.O.F. el Reglamento de la Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Extranjera, que como ya se mencionó en este trabajo en un apartado anterior, aportó mayor claridad a los criterios de interpretación de la Ley de 1973, simplificó los trámites administrativos y aportó nuevos mecanismos de participación del capital foráneo (la inversión neutra, que también ya fue abordada).

Con esta nueva Ley, el grado de apertura de la economía mexicana a la inversión extranjera ascendió a 81.4% del Producto Interno Bruto (PIB) del país, en virtud de que 688 actividades económicas (91.2%) del total de las 754 actividades que integran la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP) del INEGI quedaron abiertas a la participación de la inversión extranjera.

En los cuadros 6.3. y 6.4. se resumen puntualmente las aportaciones de la ley de inversión extranjera de 1993.

CUADRO 6.3.

La ley de Inversión extranjera

Aportaciones de la nueva ley de inversión extranjera:

- ◆ Con estricto apego a la constitución, abre nuevas áreas de actividad económica a la participación del capital foráneo y le permite una mayor participación en algunas actividades con regulación específica.
- ◆ Disminuye la intervención de la comisión nacional de inversiones extranjeras (CNIE) y su discrecionalidad en la aprobación de proyectos de inversión.
- ◆ Introduce nuevos mecanismos de inversión.
- ◆ Reduce y simplifica los procedimientos y trámites administrativos.

Fuente: "Resultados de la nueva política de inversión extranjera en México 1989-1994." Dirección General de Inversión Extranjera. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

CUADRO 6.4

Ley de inversión extranjera de 1993

Disposiciones relevantes:

- ◆ Establece la posibilidad de que el capital externo participe libremente en inversiones o realidades adquisiciones en todas las actividades económicas que no están reguladas expresamente al permitirle participar en cualquier proporción en el capital social de sociedades mexicanas adquirir nuevos activos fijos, ingresar a nuevos campos de actividad económica o fabricar nuevas líneas de productos, abrir y operar establecimientos y ampliar o relocalizar los ya existentes salvo por lo dispuesto en la misma ley.
- ◆ Contiene una disposición que permite a las sociedades mexicanas con cláusula de admisión de extranjeros, adquirir bienes inmuebles con fines no residenciales en zonas restringidas. cuando adquisición tiene fines residenciales, tanto las sociedades señaladas como las personas físicas y morales deberán recurrir a la figura jurídica del fideicomiso, misma que amplió su duración de 10 a 50 años.
- ◆ Retoma el concepto de *inversión neutra* que aportó el reglamento de la ley para promover inversión mexicana y regular la extranjera y se hace extensivo a empresas que no cotizan en bolsa.
- ◆ En materia de desregulación y simplificación administrativa sigue vigente el concepto de *afirmativa ficta*. la comisión tiene la obligación de resolver las solicitudes sometidas a consideración en un plazo no mayor de 45 días hábiles, toda vez que se considera aprobada aquella solicitud que no haya sido resuelta en dicho plazo. otro aspecto importante es la reducción de parte de la comisión de los criterios que norman la evaluación de las solicitudes, pasar de 17 a 4.

Fuente: "Resultados de la nueva política de inversión extranjera en México 1989-1994." Dirección General de Inversión Extranjera. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

En México, el marco jurídico en la materia ha tenido cambios importantes asociados con los momentos históricos en que ocurrieron y la concepción política que se ha tenido respecto al papel que debe jugar la inversión extranjera en el desarrollo nacional. De la etapa porfirista en que prácticamente no existía regulación alguna para este tipo de inversión, se pasó a la etapa pos-revolucionaria, durante la cual se suscitaron diversas acciones expropiatorias de empresas con capital extranjero, además de una variedad de ordenamientos y regulaciones, con el fin de limitar especialmente la presencia de la inversión extranjera en algunas actividades económicas consideradas como estratégicas. En el transcurso de esos años y hasta la década de los sesenta, estos lineamientos se encontraban dispersos, lo que se traducía en una excesiva regulación y tramitación administrativa. A fin de conjuntar los diversos ordenamientos en la materia, en 1973 se promulgó la Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Extranjera, dentro la cual se crearon la Comisión Nacional de Inversión Extranjera y el Registro Nacional de Inversión Extranjera, como instancias vigilantes del cumplimiento de dicha regulación.

En el marco del Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, que concibe a la inversión extranjera como complementaria de la inversión nacional, se plantea el objetivo de fomentar el ingreso de capitales foráneos al país en condiciones similares a las de los nacionales. La presencia de la inversión extranjera en economías como la mexicana, en la cual el ahorro interno es escaso, es de gran importancia, sobre todo si se destina al sector productivo, en donde puede generar empleos, poner en funcionamiento los engranes de la maquinaria productiva.

Asimismo el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) fue un elemento que impulsó la entrada de capital ya que generó confianza y dentro de las mesas de negociación del TLCAN, la inversión extranjera fue uno de los temas que se negociaron más ágilmente, debido a la importancia que se le otorgaba al hecho de que la Ley de Inversión Extranjera de 1993 debía estar lista para antes de que entrara en vigor el tratado.

Bajo estas condiciones, se realiza la modificación del marco legal para el ingreso al país de inversión extranjera y la Ley de Inversión Extranjera que apareció en diciembre de 1993, refleja los objetivos mencionados en el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, ya que se observa una liberación en muchas ramas económicas y en los porcentajes de participación, lo que la hace acorde con el entorno político-económico de una mayor apertura hacia el exterior. De este hecho podemos concluir las diferencias existentes entre ambas leyes: la de 1973 queda explicada por la necesidad de regular los flujos y la participación de la inversión extranjera en la economía nacional, delimitando claramente aquellos sectores considerados únicamente para la participación del estado, es decir, restringía en mayor medida al capital externo; la Ley de 1993, queda determinada como

una Ley que concede mayores oportunidades a la inversión extranjera. Su corte liberal está determinado por una política económica de mayor apertura al exterior y por lo tanto, elimina muchas de aquellas restricciones que señalaba la Ley anterior y propicia con ello, si bien un auge enorme en los flujos de inversión extranjera hacia el país, también propicia la aparición de capital externo especulativo que es muy inestable, en detrimento de la inversión extranjera directa que produce mayor beneficio a la economía.

Actualmente, la inversión extranjera está presente en una gran variedad de actividades económicas y prácticamente en todas las regiones del país. Casi una sexta parte de los puestos de trabajo registrados ante el IMSS pertenecen a establecimientos con inversión extranjera directa, destacando su participación en las regiones centro y norte, así como en las actividades manufactureras y en los establecimientos con un mayor número de trabajadores. La inversión extranjera se ha concentrado en las principales áreas urbanas, las cuales ofrecen una mayor y mejor dotación de infraestructura, así como un mercado potencial más grande. También en el norte del país el número de establecimientos y empleos vinculados con esta inversión ha tendido a incrementar su importancia, lo que se explica por su cercanía con los Estados Unidos, principal país inversionista en México.

En los últimos cinco años, el empleo en las empresas con inversión extranjera directa ha crecido a un ritmo superior al de la población y el número promedio de trabajadores por establecimiento es mayor al promedio nacional; no obstante en los últimos años se observa una tendencia a la reducción en la proporción de empleos generados por unidad de capital invertido. Asimismo, destaca que los micro y pequeños establecimientos con este tipo de inversión y el empleo por ellos generado han registrado un crecimiento importante influenciado por los menores requerimientos de capital en este tipo de establecimientos, la tendencia mundial a la reducción en los tamaños de planta por cambios tecnológicos y administrativos de las empresas, además de la creciente orientación de la inversión hacia actividades de servicios especializados que requieren de poco personal.

En este sentido, se puede concluir que la inversión extranjera ha contribuido a la generación de empleos, sin embargo, la localización geográfica de esta inversión ha respondido al esquema concentrado de desarrollo económico del país. Por otra parte, se han presentado una reducción relativa de los puestos de trabajo generados por unidad de capital invertido, lo que se traduce, a pesar del flujo de capitales externos, en un menor incremento de empleos.

En nuestro país, la inversión extranjera ha tenido cierto auge debido a que las autoridades han brindado toda serie de facilidades y además porque el sector empresarial mexicano no ha realizado un papel eminentemente empresarial y ha sido en

muchos casos el propio gobierno federal quien ha tenido que realizar una inversión en distintos rubros, jugando un papel de gobierno empresario. Actualmente, es un buen indicio el que el gobierno haya efectuado una privatización de empresas no prioritarias y de imponer reglas para la regulación de la inversión, sólo resta esperar si la apertura fue abrupta y redundante en efectos contrarios a los que se han planteado, ya que la nueva Ley de Inversión Extranjera concede altos porcentajes de participación y sectores de la economía en los que tradicionalmente no se podía ingresar.

Cabe resaltar que la inversión extranjera en México, ha estado orientada en un porcentaje cada vez mayor al sector especulativo de la economía, es decir, al sector financiero, dado que es muy fácil obtener buenos dividendos y también porque al menor síntoma de inestabilidad de la economía, es mucho más fácil retirar el capital del país. Lo más conveniente es vincular la inversión extranjera al sector productivo de la economía, en donde tiene resultados de mayor beneficio para el país, ya que entre otras cosas, genera empleos.

6.9. Riesgo-pais-deuda

Muchos países emiten deuda soberana denominada en dólares, donde el "riesgo soberano" (sovereign risk) es el gobierno del país. Esta deuda se puede ordenar según su nivel de rendimiento, y comparar contra alguna medición de riesgo. Para inversiones de deuda la medición de riesgo que se utiliza son las calificaciones de deuda de las agencias calificadoras (rating agencies). Las agencias calificadoras califican emisiones de deuda con criterios consistentes y comparables, facilitando su colocación inicial y operación posterior, en los mercados financieros, las dos calificadoras principales, *Moody's* y *Standard & Poor's (S&P)*, tienen escalas similares de calificación, con 16 grados cada una, pero con símbolos distintos: estos grados también se pueden matizar con cuatro niveles de "perspectivas" (cuadro 6.5.). Las calificaciones que se revisan periódicamente, se utilizan para deuda emitida por gobiernos y empresas en EU) y en los mercados internacionales de capital.¹

¹ Cuando una calificadora tiene presencia en un mercado nacional, se emiten calificaciones nacionales para la deuda denominada en la moneda correspondiente. S&P compró Calificadora de Valores, S. A. de C. V. ("Caval"), una de las cuatro calificadoras mexicanas, en 1993. ² Los puntos base son centésimas del uno por ciento (ej. 371bp = 3.71%).

Cuadro 6.5.- Escala de calificaciones de agencias principales			
	Moody's	Standard & Poor's	Escala ordinal
Grado inversión			
Máxima calidad	Aaa	AAA	1
Alta Calidad	Aa1	AA+	2
	Aa2	AA	3
	Aa3	AA-	4
Fuerte capacidad de pago	A1	A+	5
	A2	A	6
	A3	A-	7
Capacidad adecuada de pago	Baa1	BBB+	8
	Baa2	BBB	9
	Baa3	BBB-	10
Grado especulativo			
Pago probable pero incerto	Ba1	BB+	11
	Ba2	BB	12
	Ba3	BB-	13
Alto riesgo	B1	B+	14
	B2	B	15
	B3	B-	16
Perspectivas de calificación			
Positiva	Posibilidad de subir		
Negativa	Posibilidad de bajar		
En desarrollo	Posibilidad de subir o bajar		
Estable	No se visualizan cambios		
*+/-fortaleza relativa del papel dentro de su categoría			
Fuente: Moody's, S&P			

Para comparar las tasas en el tiempo, no se toma la tasa absoluta en dólares de determinado país, sino el diferencial (que también se llama "spread" en español e inglés) entre la tasa de rendimiento del instrumento de deuda del país y la del instrumento de deuda del gobierno de EU (bono del tesoro - *Tbonds* o *Tbills*) para el mismo plazo.

En el cuadro 6.6. presentamos spreads y riesgos de 6 países en una fecha específica (diciembre de 1996). El spread se mide como el diferencial en puntos base (*basis points* - *bp2*) del bono Brady de cada país y el *Treasury* del mismo plazo. Se utilizan los bonos Brady porque tienen aproximadamente el mismo plazo (con vencimientos entre 2019 y 2024) y la misma metodología de cálculo del spread. El riesgo se mide por la calificación de S&P, en escala ordinal (cuadro 6.5.)

Hay una correlación positiva entre el spread y el riesgo. Sin embargo, hay anomalías a cada extremo: el riesgo de las Filipinas no corresponde con su spread, y los spreads de Argentina y Brasil no corresponden con su riesgo.

Hay por lo menos tres explicaciones posibles para estas anomalías: las imperfecciones del mercado, el hecho de que el mercado esté esperando algo que no está en las gráficas (por ejemplo que S&P piense elevar la calificación de las Filipinas) - o que, efectivamente, los bonos argentinos y brasileños estén subvaluados, y los filipinos sobrevaluados.

Hay un problema práctico en la utilización de calificaciones de deuda en forma general para medir el riesgo país. A pesar de la cada vez mayor ampliación de los mercados internacionales de deuda, no todos los aproximadamente 200 países que existen en el mundo han emitido deuda en dólares; por lo tanto, no siempre hay calificaciones de calificadoras internacionalmente reconocidas para medir el riesgo país para emisiones de deuda. Por lo tanto, es necesario buscar otras formas de medir el riesgo país.

Otras formas de medir el riesgo país

Indicadores económicos

Una forma de medir el riesgo país sería que el inversionista llevara a cabo el mismo tipo de análisis que hacen las calificadoras, e hiciera su propio sistema de calificación. Sin embargo, aunque enumeran los factores que toman en cuenta para sus calificaciones, las calificadoras no revelan cómo los cuantifican, ni cómo los ponderan para llegar a su calificación final.

Un estudio independiente de las calificaciones de *Moody's* y S&P ha podido determinar los factores más importantes para la calificación, por la metodología relativamente sencilla de correlacionar sus calificaciones contra los principales indicadores económicos y financieros de los países calificados.³

El universo en estudio son 49 países (desarrollados y emergentes) que fueron calificados por las dos agencias en una fecha específica, el día 29 de septiembre de 1995 cuadro 2. Utilizando la técnica de regresión múltiple, el estudio encuentra que cinco factores explican en un 90% la calificación de las dos agencias. Ingreso per capita, el nivel de la deuda externa, inflación, historia de pago, y nivel de desarrollo económico.⁴

Cuadro 6.6. Calificaciones de 49 países desarrollados y emergentes 1995					
Países desarrollados	<i>Mood's</i>	S&P	Países emergentes	<i>Mood's</i>	S&P
Alemania	Aaa	AAA	Africa del sur	Baa3	BB
Australia	Aa2	AA	Argentina	B1	BB-
Austria	Aaa	AAA	Brasil	B1	B+
Bélgica	Aa1	AA+	Chile	Baa1	A-
Bermuda	Aa1	AA	China	A3	BBB
Canadá	Aa2	AA+	Colombia	Baa3	BBB-
Dinamarca	Aa1	AA+	Corea del Sur	A1	AA-
España	Aa2	AA	Filipinas	Ba2	BB

Estados Unidos	Aaa	AAA	Grecia	Baa3	BBB-
Finlandia	Aa2	AA-	Hong Kong	A3	A
Francia	Aaa	AAA	Hungría	Ba1	BB+
Irlanda	Aa2	AA	India	Baa3	BB+
Islandia	A2	A	Indonesia	Baa3	BBB
Italia	A1	AA	México	Ba2	BB
Japón	Aaa	AAA	Malasia	A1	A+
Luxemburgo	Aaa	AAA	Pakistán	B1	B+
Malta	A2	A	Polonia	Baa3	BB
Noruega	Aa1	AAA	R. Checa	Baa1	BBB+
Nueva Zelanda	Aa2	AA	R. Eslovaca	Baa3	BB+
Países Bajos	Aaa	AAA	Tailandia	A2	A
Portugal	A1	AA-	Turquía	Ba3	B+
Reino Unido	Aaa	AAA	Uruguay	Ba1	BB+
Singapur	Aa2	AAA	Venezuela	Ba2	B+
Suecia	Aa3	AA+			
Suiza	Aaa	AAA			
Taiwán	Aa3	AA+			

Fuente: Cantor and Packer

³. Cantor, Richard, and Frank Packer, "Determinants and Impacts of Sovereign Credit Ratings", (Federal Reserve Bank of New York, Research Paper #9606, April 1996).⁴. Cabe mencionar que de los 49 países, 28 tuvieron la misma calificación de las dos agencias: 12 tuvieron una calificación más alta de S&P, y 9 más alta de Moody's. En los 21 países donde hubo desacuerdo, en 14 fue un grado en la escala, y en 7, de dos grados.

Conclusiones del capítulo.

La economía de nuestro país se ha visto beneficiada con la apertura comercial en los últimos años, ya que esta ha incrementado la industria y fuentes de empleo, observando el desarrollo en ciertas zonas estratégicas para las exportaciones como son el Norte del país. Cabe resaltar que para poder llevar a cabo una inversión nacional en nuestro país se tiene que tener en cuenta todos los cambios que se susciten en el Mundo, que pudieran repercutir en nuestro proyecto, por ejemplo la inflación debilita el poder adquisitivo de cada consumidor, y así tengamos un producto necesario este no se va a consumir, hay que tomar en cuenta que al ingresar a los tratados comerciales se han beneficiado las empresas con tecnologías de punta que puedan desarrollar productos de buena calidad y mejor precio y por otro lado se han establecido empresas fuertes en su ramo que han aprovechado las ventajas ofrecidas por el Gobierno mexicano. Ventajas que en una economía cerrada no se otorgaban debido a la baja competitividad y al no tener la necesidad de desarrollar mas la industria en nuestro país.

Conclusiones

Conclusiones

En base al presente estudio y a la información presentada en los capítulos y tablas que forman parte integrante del mismo, se concluye lo siguiente:

- Para el Proyecto de Fabricación de ácido láctico en México, basándose en el estudio de mercado, en lo cual se definieron tanto la oferta como la demanda del producto, los canales de comercialización y distribución, así como la proyección de la demanda esperada en los próximos años, se contempla la necesidad de construir una Planta con una capacidad nominal de 3,000 Ton/Año, para poder satisfacer de la demanda nacional estimada y poder así reducir la dependencia de este producto totalmente del extranjero, uno de los puntos que podríamos considerar es que México se encuentra en un Mundo Global en el cual debido a los Tratados de Libre Comercio se compete a nivel internacional en la fabricación de este producto, los factores que influyen en el precio a nivel nacional serían el pago de aranceles por este producto, pero debido al TLC, estos tienden a desaparecer, por lo tanto un punto a considerar es la competencia que solamente se puede alcanzar con el desarrollo de un producto de calidad a mejor precio.
- Se analizaron todas las entidades federativas de la República Mexicana, encontrándose que la mejor ubicación para esta planta será la ciudad de Aguascalientes, debido a que es un punto estratégico entre el suministro de materia prima y la cercanía con los principales consumidores. Además cuenta con la infraestructura adecuada que facilita la distribución del producto, así como importantes incentivos fiscales que otorga el gobierno del estado señalado como zona I de estímulo preferencial. Cabe señalar que los Gobiernos de las Entidades Federativas llevan a cabo procesos de desregulación para facilitar el establecimiento de las industrias y de manera individual promueven incentivos para atraer inversiones, esto implica, que no solamente se cuenta con un estado para la fabricación de la planta si no que hay mayor diversidad de parques industriales.
- En el análisis de las variables se compararon diversos microorganismos como fuente de obtención del ácido láctico. Se observó que dicho ácido obtenido a partir de *Lactobacillus delbrueckii* en cultivo sumergido presenta mejores propiedades. Además el *Lactobacillus delbrueckii* resiste condiciones más drásticas.
- El ácido Láctico puede ser obtenido con alta pureza y rendimiento a partir de los procesos de fermentación. Sin embargo, el proceso de fermentación requiere de una gran cantidad de espacio y tiempos de operación. La adición de nutrientes en los

procesos de fermentación incrementa el contenido de sólidos en la solución de ácido láctico.

En el proceso de síntesis no se presenta el problema de la alta concentración de sólidos; el tiempo de reacción es bajo y el proceso de purificación mediante destilación hacen que el proceso sea continuo, sin embargo, el producto final es el metil ester y en la solución de ácido láctico se presentan una gran variedad de ácido orgánicos aumentando el problema de corrosión e incrementando los costos del proceso de refinación. Las reacciones en el proceso de síntesis se llevan a cabo en soluciones más concentradas por lo que los costos de evaporación son bajos.

El proceso seleccionado es el de la planta de American Maize. En la selección de la tecnología se encontró con el problema de la escasa información que se tiene con respecto a la tecnología disponible en nuestro país, el apoyo que se tiene para el desarrollo de nuevas tecnologías es escaso, por lo que se adoptan tecnologías de países desarrollados, el tratado de libre comercio o la integración de México a la globalización nos permite tener un intercambio tecnológico y se puede tener acceso a tecnología de punta.

- De acuerdo a la Evaluación Económica realizado se encontró:

El monto de la inversión Total del proyecto será de:

\$ 6,597,368.00 dólares.

Para hacer frente a esta inversión, se considera la siguiente estructura financiera:

Recursos propios: 40 %

Recursos Financieros : 60 %

El modelo descrito en este capítulo nos da una visión en el sentido de realizar primeramente una evaluación preliminar para observar si nuestro proyecto es rentable, en base a la rentabilidad sobre la inversión (ROI) , partimos primeramente de un portafolio de inversión en el cual no se formo uno por no haber contemplado aún todos los elementos técnicos que intervienen en el, partiendo de este se analiza la inversión de la planta de ácido láctico la cual al realizar el estudio de prefactibilidad se observa que el proyecto es rentable, dentro de esta posibilidad para realizar la selección del mejor proyecto utilizamos la rentabilidad sobre la inversión incremental. En las dos alternativas propuestas observamos una rentabilidad sobre la inversión arriba del 20% .

Al pasar a la segunda fase donde se realiza un análisis más detallado de la inversión y en donde se incluye el financiamiento, los resultados que arrojan la tasa interna de retorno en dos escenarios tanto optimista como pesimista son los siguientes.

Con escenario pesimista contamos con una TIR de 39 % recuperándose la inversión en 6.5 años, mientras que, en un escenario optimista en el cual las ventas cubran la demanda proyectada, tenemos una TIR del 68 % recuperando la inversión en 3.5 años.

Las alternativas capaces de mejorar el proyecto son el aumento del precio de venta del producto y el aumento de la demanda, siendo la primera la más adecuada; pero la menos conveniente debido a que resta competitividad en el mercado lo que limita el precio de venta nacional.

En lo que se refiere al aumento de la demanda es la única alternativa a recomendar.

Debido a lo anterior las recomendaciones más adecuadas a vía mejorar la factibilidad del proyecto son las siguientes:

- a) Tratar de eficientar al máximo la planta productiva Nacional, para así disminuir los costos de producción y lograr una mayor competitividad en el mercado internacional.
- b) Desarrollar tecnologías propias, para mejorar los procesos actuales y tratar de alcanzar en la medida de nuestras posibilidades una real autosuficiencia tecnológica.

En base a lo anterior lograr la sustitución eficiente de importaciones evitando la salida de divisas, así como la generación de empleos, desarrollando la Planta Productiva, mejorando la balanza de pagos en el renglón que conviene a la industria Química, fortaleciendo de esta forma al desarrollo económico e industrial de nuestro país México

- El tratado de libre comercio de América del Norte, ha sido un instrumento clave para incrementar los flujos de comercio e inversión entre México y Estados Unidos de América y Canadá. Hoy Norteamérica es una de las regiones más dinámicas e integradas al mundo.. Aproximadamente el 52 % de las exportaciones totales de la región se realiza entre los países socios del TLCAN. Aunada a lo anterior y a los cambios que se han realizado a la Ley de inversión extranjera, México se convierte en un país atractivo para la inversión extranjera directa

Sin embargo a pesar de que nuestro país ha dado un gran salto para la captación de inversión extranjera directa, la Industria química ha tenido un retroceso en su desarrollo ya que las principales industrias instaladas en nuestro país son maquiladoras e industrias que se ven beneficiadas con los incentivos fiscales como son las farmacéuticas, así como la industria que destina toda su

Bibliografía

Bibliografía.

- Kirk Othmer. *Enciclopedia de Tecnología Química*. Cuarta edición, Vol.13 Ed. John Wiles & Sons pp. 1042-1054.1990.
- Kirk Othmer. *Enciclopedia de Tecnología Química*. Tercera edición, Vol.13 Ed. Board pp. 80-101.1984.
- Mc Ketta. *Encyclopedia of chemical processing and design*. Vol. 28 pag 1-12. Primera edición, Ed. Marcel Dekker, inc, New York 1982.
- W.C. Frazier .*Microbiología de los alimentos*. Cuarta edición, Vol. 1. Ed. Acribia, S.A. pag. 519-521.
- *Directorio de la asociación Nacional de la Industria Química A.C.ANIQ*. pag. 25, 1990.
- Baca Urbina Gabriel. *Evaluación de proyectos*. Tercera Edición. Ed. Mc Graw Hill. México D.F. 1995.
- Cordon T.C., R.H. Treadway, M.D.Walsh, and M.F. Osborne: "Lactic Acid From Potatos" *Ind,Chem,Eng*,42:1,833-1,836. (1950)
- Whittier. E.O., and L.A. Rogers. "Continuous Fermentation in the production of Lactic Acid" *Ind,Chem,Eng* 23:532-534(1931)
- Smith, L. T. and H. V. Claborn: " The production of pure lactic acid ", *Ind,Chem,Eng* (New ED.),17:641 (1943)
- Inskeep G.C., G.G. Taylor; and W.C Bretzke: " Lactic Acid from Corn Sugar" *Ind,Chem,Eng*;44: 1,955-1,966 (1952)
- Tatum E. L. end Peterson W. H. : " Fermentation Method for Production of Dextro-Lactic acid" *Ind,Chem,Eng;* 27: 1,493-1,494(1935)
- Reid H. Leonard,With.Peterson, and M.J. Johanson : " Lactic Acid From Fermentation of Sulfite Waste lliquor " *Ind,Chem,Eng*. 40: 57-63 (1948)
- A.A. Andersen, and J.E.Greaves: " d-Lactic Acid Fermentation of Jerusalem Artichokes". *Ind,Chem,Eng*;34: 1,522-1,526(1942)
- Hitom, Ohara, Tetuo Hiraga, Isao k.: "HPLC Monitoring System for Lactic Acid fermentation " *Journal of Fermentation and Bioengineering*;75: 470-473 (1993)
- Carl T. Lira and Perry J. Mc Crackin: "Conversion of lactic acid to arylc acid in Near Critical Water" *Ind,Chem,Eng,Res*.1993, 32 , 2,608-2,613.
- Halm Levy and Marshall Sarnat. *Capital Investemen and Financial Decisión*. 1982. 154,184
- Andersen, A. A., and J. E. Greaves. " d-lactic Acid Fermentation of Jerusalem Artichokes ". *Ind. Eng. Chem.*, 34: pp.1,522 - 1,526 (1942).
- Aries S. Robert and Newton D. R. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Ed. Mc. Graw Hill Book, Co. U.S.A., 1965.

- Asociación Nacional de la Industria Química, A. C. (A.N.I.Q.) *Anuario de la Industria Química Mexicana*. 1997
- Asociación Nacional de la Industria Química, A. C. (A.N.I.Q.) *Directorio de las Empresas, Productos, Servicios y Distribuidores de la Industria Química Mexicana*. 1995
- Association of Official Agricultural Chemists; "Oficial Methods of Analysis of EE. UU." 1980 (A. O. A. C. Methods / Especificaciones del Acido láctico)
- Banco de México, S. A.; Subdirección de Investigación Económica; *Serie Información Económica, Precios*. 199
- Bazan Resendiz, Lauro Antonio.: *Estudio Monográfico sobre la Fabricación de Cultivos lácticos, para la Producción de Crema, Mantequilla y Queso*. México, Tesis U.N.A.M., 1981.
- Barker, Horale Albert. *Bacterial Fermentations* . New York J. Wiley, 1956.
- Brinton M. Miller, Ph. D.; Warren Litsky, Fh. D. *Industrial Microbiology* . Mc. Graw Hill Book Company U. S. A. 1973
- Cañizo Suarez, María Elena. *Elaboración y Evaluación de un Producto seco a base de Leche Fermentada y Maíz y su Adaptación a nivel rural* . México, Tesis U.N.A.M., 1977.
- Córdón, T. C., R. H. Treadway, M. D., Walsh, and M. D. Osborn " Lactic Acid from Potatoes ", *Ind. Eng. Chem.*, 42- pp.1,833-1,836 (1950) .
- Coronado Mendoza, León Carlos. *Estudio de los Productos Químicos de Importación y Factibilidad de su fabricación en México* . México .Tesis - U.N.A.M, 1978.
- Coronado Vega, Blanca Edith. *Estudio Físicoquímico de la Producción de Acido láctico por Inoculos Mixtos*. México Tesis U.N.A.M. 1983.
- Dale F. Rudd, Gary J. Powers, Jeffrey J. Sirola. *Process Synthesis*, pp. 106-111, 155-159. Edil. Prentice Hall Inc. U.S.A. 1973.
- Daniel I. C. Wang. *Fermentation and Enzyme Technolgy*, New York. J. Wiley, C 1979.
- F. C. Webb. *Ingeniería Bioquímica*, pp. 62-71, 168 - 171, 181 - 185, 212 - 253, 260-271. Edil. Acribia, España, 1965.
- F. C. Vilbrant, C. E. Dryden. *Chemical Engineering Plant Desing*. pp. 189 - 195 . Edit. Mc Graw Hill Kogakusha, L. T. D. Japan, 1959
- Foust S. Alan, Leonard A. Wensel, Curtis W. Clump, Louis Kaus, L. Bryce Andereen. *Principios de Operaciones unitarias* . Compañía Editorial Continental, S. A., 1975.
- G. Devore Jr. *Química Orgánica* . Octava reimpresión. Publicaciones culturales, S, A., 1978.
- Herrera Rodríguez, Martha Elsa. *Manual de Practicas Tecnico-Didacticas para el laboratorio de Tecnologia de Alimentos* .. México, Tesis U.N.A.M. 1980.
- Henry C. Vogel. *Fermentation and Biochemical Engineering Handbook Principles, Process Design, and Equipment*. Noyes Publications/ Park Ridge, New Jersey, U. S. A, 1983.
- Henry J.. Peppler, D. Perlman. *Microbial Technology*.. Segunda Edición, New York Academic, 1979.
- Howard F. Rase ; "Chemical Reactor Desing for Process Plants", Vol. II, pag. 161-178. Edit. John Wiley and Sons U. S. A., 1971
- Howard F. Rase y M. H. Barrow. *Ingeniería de Proyectos para plantas de Proceso*. Cia. Editorial Continental, S. A. de C. V. Año 1982

- Hougen O. A., K. M. Watson y R. A. Ragatz. *Principios de los procesos Químicos*. Vol. 1, Balance de materia y Energía. Edit. Reverte. S. 1980.
- Hanson, T.P. and Tsao, G. T. *Kinetic studies of the Lactic Acid Fermentation in Batch and Continuous Culture*. Biotech. and Bioeng. 14:pp.233.1972
- Inskeep, G. C., G. G. Taylor, and W. C. Breitzke : "Lactic Acid from Corn Sugar". *Ind. Eng. Chem.* , 44: 1,955 - 1,966 (1956).
- K. A. Bisset, and C. M. F. Hale : "Correlation Between Morphological and Physiological Character in the Classification of Members the genus Lactobacillos", Jour. Gen. Microbiol. 13:68 (1955).
- Kirk Raymond E. and Othmer Donald F. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Second Edition, Edit. The Interscience Encyclopedi Publishers a División of John Wiley and Sons, Inc.
- Kitahara, K, and Obayashi A. ". L. forming lactic Acid bacteria". *J. Gen. Appl. Microbiol.* 1:237 1955.
- Kem Donald Q. *Procesos de Transferencia de Calor* . Cía. Editorial Continental, S. A. de C.V., Decimoséptima impresión, 1984.
- L. E. Casida, Jr. *Industrial Microbiology* . John Wiley and Sons, Inc. 1968.
- Leonardo R. H., W. H. Peterson, and M. T. Johnson: "Lactic Acid from Fermentation of Sulfite Waste Liquor", *Ind. Eng. Chem.* , 40: 57 - 67, (1948).
- María Elena Aguilar Gordillo. *Producción de Acido Cítrico por Métodos Microbiológicos en Cultivos Sumergidos utilizando Agitación y Aereación*. México, Tesis U.N.A.M..
- Martínez Torres, Rafael Francisco. *Estudio Técnico - Económico de una Fuente Productora de Acido Tartárico por Fermentación de -Glucosa*. México. Tesis U.N.A.M., 1974.
- Morrison, Robert Thornton and Boyd, Robert Neilson . *Organic Chemistry* . Third Edition, Allyn and Bacon, Inc., 1975 .
- Macías Hernández Jesús. Anteproyecto para una Planta de Acid Láctico. México, Tesis U.N.A.M., 1972.
- *Nueva Tarifa del Impuesto General de Importación*. Ed. Informa Aduanera de México. Tomo I.
- Olive, T. R. " Waste lactóse is Raw áterial for a New lactic Acid Procese ". *Chem. and* . 43: 480 - 483, (1938).
- Quintero Ramírez Rodolfo. *Ingeniería Bioquímica, Teoría y Aplicaciones*. Ed. Alhambra Mexicana, 1981.
- Pederson, Cari Severin. *Microbiology of Food Fermentations*. 2a. Edil. West Port Connecticut, 1979.

Anexos

ANEXO II-A

Demanda esperada en base al PIB y las Importaciones anuales.
Tendencia histórica de la demanda mediante el análisis de regresión múltiple, de acuerdo con:

producto de interno bruto

Análisis de la tendencia histórica de la demanda, de acuerdo con los incrementos anuales PIB.

(X1)	Año	DATOS HIS.		PIB(Z1)			
		TONELADAS	INCREMENTO ANUAL	Z1	X = X1 - X	XY1	X ^ 2
1	1990	838		5.1	-4	-2552	16
2	1991	892		4.2	-3	-2676	9
3	1992	942		3.6	-2	-1884	4
4	1993	1021		2.0	-1	-1021	1
5	1994	1060		4.5	0	0	0
6	1995	1096	-	6.2	1	1096	1
7	1996	1370		5.1	2	2740	4
8	1997	1598		7.0	3	4794	9
9	1998	1946		7.0	4	7784	16
45		10563				8281	60
X = 45/9 = 5		Y=10563/9 =		1173.66667		X^2 = 60	
Z1	Z=Z1-Z	Y1Z	Z^2	XZ	Y=Y1-Y	Y^2	
5.1	1.5	964.1	2.28	-6.04	-535.66	286932	
4.2	0.6	535.2	0.37	-1.80	-281.66	79332	
3.6	0.0	10.6	0.00	-0.02	-231.66	53688	
2.0	- 1.6	-1633.6	2.52	1.60	-152.66	23305	
4.5	0.9	954.0	0.83	0.00	-113.66	12919	
6.2	- 9.8	-10740.8	95.82	-9.80	-77.66	6031	
5.1	1.5	2055.0	2.28	3.00	196.34	38549	
7.0	3.4	5433.2	11.64	10.20	424.34	180064	
7.0	3.4	6616.4	11.64	13.60	772.34	586509	
143.9		4194.1	127.39			1277308	

$$Z=32,9 / 9 = 3,58$$

ANEXO II-B

Demanda esperada en base a la inflación.

Tendencia histórica de la demanda mediante el análisis de regresión múltiple, de acuerdo con:

tasa de inflación

Análisis de la tendencia histórica de la demanda, de acuerdo con los incrementos anuales de la tasa de inflación(%).

(X1)	Año	DATOS HIS.	TASA DE INFLACION		XY1	X ^ 2
		TONELADAS Y1	Z1	INCREMENTO ANUAL X = X1- X		
1	1990	638	29.9	-4	-2552	16
2	1991	892	18.8	-3	-2676	9
3	1992	942	11.9	-2	-1884	4
4	1993	1021	8.0	-1	-1021	1
5	1994	1060	7.1	0	0	0
6	1995	1096	5.2	1	1096	1
7	1996	1370	27.7	2	2740	4
8	1997	1598	15.7	3	4794	9
9	1998	1946	11.6	4	7784	16
45		10563			8281	60
X = 45/9 = 5		Y=10563/9 =	1173.66667		X^2 = 60	

Z1	Z=Z1-Z	Y1Z	Z^2	XZ	Y=Y1-Y	Y^2
29.9	9.6	6124.8	92.16	-38.40	-535.66	286932
18.8	- 1.5	-1338.0	2.25	4.50	-281.66	79332
11.9	- 8.4	-7912.8	70.56	16.80	-231.66	53666
8.0	- 12.3	-12558.3	151.29	12.30	-152.66	23305
7.1	- 13.2	-13992.0	174.24	0.00	-113.66	12919
5.2	31.7	34743.2	1004.89	31.70	-77.66	6031
27.7	7.4	10138.0	54.76	14.80	196.34	38549
15.7	- 4.6	-7350.8	21.16	-13.80	424.34	180064
11.6	- 8.7	-16930.2	75.69	-34.80	772.34	598509
143.9		-9076.1	1647.00	-6.90		1277308

$$Z=182,7 / 9 = 20,3$$

ANEXO II C

Demanda esperada en base al mercado cambiario.

Tendencia histórica de la demanda mediante el análisis de regresión múltiple, de acuerdo con:

mercado cambiario.

Análisis de la tendencia histórica de la demanda, de acuerdo con los incrementos anuales del mercado cambiario.

(X1)	Año	DATOS HIS. FIN DE PERIODO		X = X1 - X	XY1	X ^ 2
		TONELADAS Y1	MERCADO CAMBIARIO % Z1			
1	1990	638	11.8	-4	-2552	16
2	1991	892	4.4	-3	-2676	9
3	1992	942	1.6	-2	-1884	4
4	1993	1021	0.4	-1	-1021	1
5	1994	1060	63.4	0	0	0
6	1996	1096	51.4	1	1096	1
7	1996	1370	2.7	2	2740	4
8	1997	1598	3.0	3	4794	9
9	1998	1948	6.2	4	7784	16
45		10563			8281	60
X = 45/9 = 5		Y=10563/9 = 1173.66667		X^2 = 60		
Z1	Z=Z1-Z	Y1Z	Z^2	XZ	Y=Y1-Y	Y^2
11.8	- 4.2	-2679.6	17.64	16.80	-535.66	286932
4.4	- 11.6	-10347.2	134.56	34.80	-281.66	79332
1.6	- 14.4	-13584.8	207.36	28.80	-231.66	53666
0.4	- 16.6	-16948.6	275.56	16.60	-152.66	23305
63.4	47.4	50244.0	2246.76	0.00	-113.66	12919
51.4	35.4	38798.4	1253.16	35.40	-77.66	6031
2.7	- 13.3	-18221.0	176.89	-26.60	196.34	38549
3.0	- 13.0	-20774.0	169.00	-39.00	424.34	180064
6.2	- 9.8	-19070.8	96.04	-39.20	772.34	596509
143.9		-12563.6	4576.97	27.6		1277308
Z=143.9 / 9 = 16						

Importaciones comparativas de ácido láctico (1993-1998)

Anexo II-Tabla 2.A.

PAIS	1983		1984		1985		1986	
	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)
ALEMANIA, REPUBLICA FEDERAL DE	15.143	21967.95	22.732	32,459.02	33.316	33,565.87	12.041	11,707.46
BELGICA (REINO DE)	5.041	7,312.97	310459	44,920.306	173,720	175,022.9	146,370	142315.55
BRASIL (REPUBLICA FEDERAL DEL)	273.355	396556.09	361.924	516,791.27	220.323	221,975.42	80.618	78384.88
CANADA								
CHINA								
COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA								
DINAMARCA								
ESPAÑA	21,650	31,407.655	58.068	82,915.29	52.503	5,292.397	215,000	209,044.5
USA	332,269	482022.63	343.751	490.842	258.472	260,410.54	140.467	136,576.06
FRANCIA							2	1.9446
INDONESIA								
IRLANDA	975	1,414.432						
ISRAEL								
ITALIA					450	453.375		
JAPON					34,000	34.255		
PAISES BAJOS	7,910	11,475.035	31.521	45,008.83	17,340	17,470.05		
GRAN BRETAÑA	1,840	2,689.288	18.287	26.112			36,790	35,770.97
RUMANIA			907	1,295.105				
SUIZA					2,350	2,387.625	1,550	1,507.06
TAIWAN								
TOTAL	658,182	954,824.62	868.649	1,240,343	808.795	814,860.96	637.838	615,308.38

Fuente: Banco de comercio exterior, S.N.C. Exportaciones totales a México. Año. 1998.

Importaciones comparativas de ácido Láctico (1993-1998)

Anexo II -Tabla 2.B.

Año	1987		1988		1989		1990	
PAIS	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)
ALEMANIA, REPUBLICA FEDERAL DE			13,420.84	21.936	14.361	24.873	10.991	20.286
BELGICA (REINO DE)	5,082	4,696.784	3785.33	6,187	4,051	7,015	3,100	5,721
BRASIL (REPUBLICA FEDERAL DEL)	165.414	152,875.61	180,460	294.961	193.092	334.456	147.788	272.772
CANADA			2,442	3,991	2,613	4,528		
CHINA							2,000	36.914
COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA								
DINAMARCA	9,802	9,052						
ESPAÑA	331,286	306,158	308,036	503,484	330,083	571,702	252,286	465,607
USA	300,424	277,651	244,974	400,411	262,123	454,023	200,622	370,288
FRANCIA	9,079	8,39	252	412	270	468	207	382
INDONESIA								
IRLANDA			2,198	3,592	2,351	4,073	1,800	3,322.26
ISRAEL								
ITALIA	545	503	3,785	6,187	4,051	7,015	3,100	5,721.67
JAPON								
PAISES BAJOS	62,950	58,178	14,821	24,388	15,966	27,654	12,220	22554
GRAN BRETAÑA	2,087	1,928	1,123	1,836	1,202	2,081	920	1698
RUMANIA								
SUIZA	1,997	1,845.62	3,791	3,791	6,197	4,057	3,105	5,730.89
TAIWAN								
TOTAL	888,646	821286.63	779,192	1,273,591	833,736	1,444,114	638119	1,177,776.2

Fuente: Banco de comercio exterior, S.N.C. Exportaciones totales a México.Año. 1998.

Importaciones comparativas de ácido láctico (1993-1998)

Anexo II -Tabla 2.C.

Año	1991		1992		1993		1994	
PAIS	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)
ALEMANIA, REPUBLICA FEDERAL DE	5.831	10.831	8.159	10,593.48	301	464	311	327.36
BELGICA (REINO DE)								
BRASIL (REPUBLICA FEDERAL DEL)	200.818	366.112	212.122	364,849.84	235.629	362.869	243.017	290,964.25
CANADA								
CHINA					969	1.493	1,000	1197.3
COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA								
DINAMARCA	1.238	2.254	1.306	2,246.32	4.902	7.549	5.058	6053.54
ESPAÑA	216.577	394.842	228.768	393,480.85	457.325	704.743	471.974	565,094.47
USA	465.644	848.917	491.855	845,990.6	289.761	446.231	298.846	357,808.31
FRANCIA	69	126	73	125.358	1.033	1.591	1.068	1,276.3218
INDONESIA								
IRLANDA								
ISRAEL								
ITALIA								
JAPON					153	235	158	1,891,734
PAISES BAJOS					28,202	43.432	24.087	28,839.365
GRAN BRETAÑA	56	102	59	101.48				
RUMANIA								
SUIZA	1.864	3.398	1.969	3,386.68	7.832	11.753	7.871	9,423.948
TAIWAN								
TOTAL	892.097	1,626,382	942.311	1,620,774	1,021,362	1,572,897	1,053,386	1,261,219

Fuente: Banco de comercio exterior, S.N.C. Exportaciones totales a México. Año. 1998.

Anexo V

ANEXO 5.Tabla. 5.1.

DESGLOSE DE LA INVERSION		
ACTIVOS FIJOS	MONTO (Pesos en M.N.)	MONTO (Dolares)
Equipos de proceso.	18,299,231.00	1,926,234.84
Equipos de Servicios Auxiliares.	3,065,274.00	322,660.42
Sistemas Contra Incendio	238,584.00	25,114.11
Obra Civil y Estructural.	9,354,904.00	998,539.26
Instalación de Equipo.	387,394.00	40,778.32
Obra Mecánico y Tubertas.	7,319,692.00	770,493.89
Instalación Eléctrica.	2,195,907.00	231,148.11
Instalación de Instrumentos y Controles.	5,123,784.00	539,345.68
Aislamiento y Pintura.	214,726.00	22,802.74
Mobiliario de Oficina.	186,247.00	19,604.95
Equipo de Transporte.	429,452.00	45,205.47
Terreno.	930,480.00	97,945.26
Imprevistos y Contingencias.	2,173,431.00	228,782.21
TOTAL DE ACTIVOS FIJOS	49,919,106.00	5,254,642.74
GASTOS DE PREOPERACION		
Licencia.	914,961.00	96,311.68
Ingeniería Básica y de Detalle.	1,342,038.00	141,267.16
Gastos de Prueba y Arranque.	984,161.00	103,595.89
Gastos Financieros en Preoperación.	3,665,353.00	385,826.63
TOTAL DE GASTOS DE PREOPERACION:	6,906,513.00	727,001.37
Gastos de Esterilización.	2,658,808.00	279,874.53
Control de Contaminación.	3,190,569.00	335,849.37
INVERSION TOTAL	62,674,996.00	6,597,368.00

Fuente: Elaboración propia con cotización directa de proveedores varios.

ANEXO 5.Tabla 5.2.

PROGRAMA DE SERVICIOS AUXILIARES

1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009

CONSUMO

Energía Eléctrica (kw-hr)	190,344	257,136	279,576	303,600	329,472	357,192	376,200	392,304	396,000	396,000	396,000
Agua de Enfriamiento (m3)	60,108	81,200	88,286	95,874	104,044	112,798	118,800	123,884	125,052	125,052	125,052
Vapor (150 psia) (Ton.)	17,044	23,024	25,034	27,184	29,502	31,984	33,686	33,686	35,458	35,458	35,458

CONSUMO DOLARES*

Energía Eléctrica (kw-hr)	7,043	9,514	10,344	11,233	12,190	13,218	13,919	14,515	14,652	14,652	14,652
Agua de Enfriamiento (m3)	106,682	144,089	158,664	170,128	184,626	200,157	210,811	219,832	221,905	221,905	221,905
Vapor (150 psia) (Ton.)	3,750	5,065	5,507	5,980	6,490	7,038	7,411	7,411	7,801	7,801	7,801
TOTAL	117,454	158,669	172,515	187,342	203,307	220,409	232,141	241,758	244,358	244,358	244,358

CONSUMO PESOS*

Energía Eléctrica (kw-hr)	86,906	103,703	130,338	161,758	202,362	252,428	306,227	367,236	426,373	489,377	562,637
Agua de Enfriamiento (m3)	1,013,286	1,570,574	1,973,960	2,449,849	3,064,793	3,822,989	4,637,833	5,581,754	6,457,429	7,411,619	8,521,143
Vapor (150 psia) (Ton.)	35,622	55,212	69,394	86,119	107,741	134,397	163,040	187,496	227,002	260,545	299,548
TOTAL	1,115,814	1,729,489	2,173,693	2,697,726	3,374,896	4,209,814	5,107,100	6,116,486	7,110,804	8,161,542	9,383,329

*Se calculó en base a una tasa promedio de inflación del 18 %

ANEXO 6.Tabla 6.3.

Programa de consumo de materia prima.

PRODUCTO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Sacarosa	1,954,822,480	1,920,118,877	2,380,408,411	2,889,580,210	3,524,405,424	4,294,888,190	5,193,688,782	6,278,030,734	7,050,620,709	8,798,213,818	10,117,945,868
Carbónato de Calcio	3,499,786,780	4,322,867,518	5,314,135,280	6,805,620,880	7,934,721,329	9,046,345,444	11,692,882,150	14,136,987,021	17,224,336,029	19,507,866,433	22,779,183,278
Fosfato Diamónico	11,968,047	14,782,721	18,172,432	22,246,542	27,133,894	32,967,033	39,985,453	48,341,361	58,901,036	67,738,182	77,896,821
Hidrato de Calcio	78,545,498	87,018,025	118,284,488	148,002,585	178,077,861	218,491,715	262,421,680	317,281,162	386,863,603	444,548,143	511,230,784
Fosfato Monoprotáico	1,318,805	1,628,720	2,002,188	2,451,063	2,969,838	3,634,421	4,405,487	5,328,118	6,489,554	7,882,867	9,582,492
Sulfato de Magnesio	3,893,786	4,808,539	6,012,374	7,237,878	8,827,872	10,732,262	13,008,207	16,727,790	19,183,364	23,037,869	28,343,718
Acido Clórico	4,141,111	5,115,027	6,287,814	7,687,813	9,388,705	11,412,873	13,838,523	16,726,784	20,980,578	23,437,865	28,953,359
Cloruro de potasio	1,037,080	1,280,863	1,674,718	1,827,763	2,351,282	2,856,480	3,484,902	4,188,875	5,104,014	6,869,518	8,750,036
Cloruro Férrico	205,584	253,848	312,177	382,184	468,122	586,870	698,893	830,438	1,011,838	1,163,611	1,338,040
Hidróxido de Calcio	711,230,130	878,498,870	1,079,940,740	1,322,054,815	1,612,497,318	1,960,334,289	2,375,232,298	2,872,802,355	3,500,336,618	4,025,387,109	4,629,185,175
Acido Sulfúrico	127,562,188	157,862,678	193,682,028	237,118,183	289,208,343	351,594,999	428,167,503	515,249,483	627,800,457	721,870,526	830,266,083
Carbon Activado	38,868,987	48,034,984	58,049,825	72,287,845	88,168,912	107,188,110	129,828,784	157,080,483	191,393,108	220,102,072	253,117,363
Almidón Filoso	1,066,080	1,341,507	1,649,117	2,018,836	2,482,354	2,993,517	3,628,811	4,388,888	5,345,168	6,148,944	7,068,989
Ferrocianuro de Sodio	64,118	79,197	97,358	119,184	145,368	178,728	214,218	258,888	318,558	382,892	417,235
Total BT	6,034,290,434	7,453,412,589	9,182,498,894	11,218,853,483	13,690,844,489	16,631,883,208	20,180,969,860	24,373,589,874	29,697,781,631	34,152,426,878	39,276,289,086
Total D&T	635,185,312	882,234,862	729,498,144	778,236,984	823,185,505	870,328,782	917,840,860	964,527,051	1,021,948,374	1,021,915,795	1,021,995,563

ANEXO 6. Tabla 8.4.

PRESUPUESTO DEL CAPITAL DE TRABAJO											
CONCEPTO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Activo Circulante	4,126,250	4,745,188	5,456,966	6,275,511	7,216,537	8,299,383	9,544,268	10,975,908	12,822,294	14,515,838	16,692,984
Caja y Bancos 1	984,176	1,131,801	1,301,571	1,496,806	1,721,327	1,979,526	2,276,455	2,617,924	3,010,612	3,482,204	3,981,535
Cuentas por Cobrar 2	1,535,936	1,768,328	2,031,275	2,335,966	2,686,361	3,069,315	3,552,713	4,085,620	4,698,483	5,403,232	6,213,717
Inventario											
Materia Prima 3	830,762	955,376	1,098,683	1,263,485	1,453,008	1,670,959	1,921,603	2,209,843	2,541,320	2,922,516	3,360,898
Productos en Proceso 4	581,534	668,764	789,079	884,441	1,017,107	1,169,873	1,345,123	1,546,892	1,778,926	2,045,765	2,352,829
Productos terminados 5	193,844	222,921	256,359	294,812	339,034	389,890	448,373	516,829	592,973	681,919	784,207
Pasivo circulante	886,147	1,019,069	1,171,930	1,347,719	1,549,877	1,782,359	2,049,712	2,357,189	2,710,745	3,117,356	3,584,960
Cuentas por Pagar 6	886,147	1,019,069	1,171,930	1,347,719	1,549,877	1,782,359	2,049,712	2,357,189	2,710,745	3,117,356	3,584,960
Capital de Trabajo	5,012,397	5,764,257	6,828,896	7,823,230	8,786,714	10,081,722	11,593,680	13,333,077	15,333,038	17,632,984	20,277,943

Bases de Cálculo

1. 7 días del Costo de Producción

2. 7 días del valor de las ventas

3. 30 días del costo de materia prima y otros materiales

4. 21 días del costo directo de producción

5. 7 días del costo directo de producción

6. 1 mes del costo de materia prima y otros materiales

4.856393712 4.85639371 4.85639371 4.85639371 4.85639371 4.85639371 4.85639371 4.85639371 4.85639371 4.85639371 4.85639371 4.85639371

Anexo VI

INDICADORES ECONOMICOS COMPARATIVOS

	P.I.B.		EXPORTACIONES		IMPORTACIONES		INFLACION		TIPO DE CAMBIO		INVERSION**		DESEMPLEO	
	(%)		mmdta		mmdta		(%)		por USA Dls		mmdta		(%)	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998
México	6.7	4.8	110.4	117.5	109.8	125.2	17.8	15.9	7.9	9.1	12.8	10.2	3.7	3.1
	Pesos													
Argentina	6.0	3.8	24.7	25.2	29.9	29.3	0.1	0.9	1.0	1.0	6.6	7.3	14.9	13.1
	Pesos													
Brasil	3.5	0.0	53.0	51.1	62.4	57.5	4.1	4.6	1.1	1.1	19.6	11.0	5.8	6.2
	Reales													
Colombia	3.0	5.9	16.4	11.0	17.7	13.7	17.9	20.7	1141.0	1.4	5.9	3.0	12.6	27.6
	Pesos													
Chile	6.5	3.4	16.9	14.8	18.2	17.3	6.3	5.2	419.3	460.3	5.4	4.7	7.5	6.1
	Pesos													
Costa Rica	2.5	6.1	3.3	5.5	4.1	6.2	11.5	11.6	232.6	257.2	0.6	0.8	6.1	5.8
	Colones													
El Salvador	4.0	3.1	1.4	1.2	3.0	3.1	2.2	2.5	8.8	8.8	15.7	17.6	7.0	6.8
	Colones													
Guatemala	4.0	4.7	2.1	2.5	3.2	4.1	9.0	7.0	6.1	6.3	0.8	1.2	6.4	6.0
	Quetzales													
Croacia	6.9	7.5	4.3	4.5	6.1	6.3	19.9	6.4	6.1	6.4	0.4	0.8	26.0	17.4
	Kunas													
España	5.6	7.2	104.3	109.0	122.7	132.6	2.6	1.7	146.4	149.4	5.9	6.4	21.0	16.9
	Pesetas													
Rusia	0.4	6.4	67.4	74.1	70.0	90.4	14.6	90.4	5.8	9.7	6.2	2.1	9.5	11.8
	Rublos													
Corea	7.8	6.7	138.2	132.3	144.6	7.4	6.3	7.4	951.3	1404.0	2.5	3.5	2.0	6.8
	Won													
Malasia	6.0	5.5	80.8	63.7	82.1	85.4	3.0	5.2	2.6	3.9	5.1	6.2	25.0	4.0
	Ringgit													
Singapur	6.0	6.7	126.0	163.7	132.4	142.5	2.0	0.2	1.5	1.6	6.9	6.3	2.5	3.5
	Dolares de Singapur													

Nota: Las exportaciones e importaciones incluyen solamente productos

*precios de 1990

**Inversiones Extranjeras directas en la economía

mmdta: miles de millones de dólares

Fuente: Estadísticas Financieras Internacionales, Fondo Monetario Internacional, Julio de 1999

Estudio económico de América Latina y El Caribe 1998-1999, CEPAL

Importaciones comparativas de ácido láctico (1993-1998)
Anexo II-Tabla 2.A.

Año	1993		1994		1995		1996	
PAIS	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K G L)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)
ALEMANIA, REPUBLICA FEDERAL DE	15.143	21967.95	22.732	32,459.02	33 316	33,565.87	12.041	11,707.46
BELGICA (REINO DE)	5.041	7,312.97	310459	44,920.306	173 ,720	175,022.9	146 ,370	142315.55
BRASIL (REPUBLICA FEDERAL DEL)	273.355	396556.09	361.924	516,791.27	220.323	221,975.42	80.618	78384.88
CANADA								
CHINA								
COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA								
DINAMARCA								
ESPAÑA	21, 650	31,407 655	58 068	82,915.29	52 503	5,292.397	215, 000	209,044.5
USA	332, 269	482022.63	343 751	490 842	258 472	260,410.54	140,467	136,576.06
FRANCIA							2	1. 9446
INDONESIA								
IRLANDA	975	1,414.432						
ISRAEL								
ITALIA					450	453,375		
JAPÓN					34, 000	34.255		
PAISES BAJOS	7, 910	11,475.035	31.521	45,008.83	17, 340	17,470.05		
GRAN BRETANA	1, 840	2,669 288	18 287	26 112			36, 790	35,770.97
RUMANIA			907	1,295,105				
SUIZA					2, 350	2,367.625	1, 550	1,507 06
TAIWAN								
TOTAL	658, 182	954,824.62	868.649	1,240,343	808.795	814,860.96	637.838	615,308.38

Fuente: Banco de comercio exterior, S.N.C. Exportaciones totales a México.Año. 1998.

Importaciones comparativas de ácido Láctico (1993-1998)
Anexo II -Tabla 2.B.

Año	1987		1988		1989		1990	
PAIS	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)
ALEMANIA, REPUBLICA FEDERAL DE			13,420.84	21.936	14 361	24.873	10.991	20.286
BÉLGICA (REINO DE)	5.082	4,696.784	3785 33	6.187	4.051	7.015	3, 100	5.721
BRASIL (REPUBLICA FEDERAL DEL)	165.414	152,875.61	180, 460	294.961	193.092	334.456	147.788	272.772
CANADA			2.442	3.991	2.613	4.526		
CHINA							2, 000	36.914
COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA								
DINAMARCA	9.802	9.052						
ESPAÑA	331.266	306.156	308.036	503.484	330.063	571.702	252.266	465.607
USA	300.424	277.651	244.974	400.411	262.123	454.023	200.622	370.288
FRANCIA	9.079	8 39	252	412	270	468	207	382
INDONESIA								
IRLANDA			2.198	3.692	2.361	4.073	1, 800	3,322.26
ISRAEL								
ITALIA	545	503	3.785	6.187	4.051	7.015	3, 100	5,721.67
JAPON								
PAISES BAJOS	62, 950	58.178	14.921	24.368	15.966	27.654	12, 220	22554
GRAN BRETAÑA	2.087	1.928	1.123	1.836	1.202	2.081	920	1698
RUMANIA								
SUIZA	1 997	1,845.62	3.791	3.791	6.197	4.057	3.105	5,730 89
TAIWAN								
TOTAL	888.646	821286.63	779 192	1,273,591	833.736	1,444,114	638119	1,177,776.2

Fuente: Banco de comercio exterior, S.N.C. Exportaciones totales a México. Año. 1998.

Importaciones comparativas de ácido láctico (1993-1998)

Anexo II -Tabla 2.C.

Año	1991		1992		1993		1994	
PAIS	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K G L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)	VOLUMEN (K.G.L.)	PRECIO (Dls)
ALEMANIA, REPUBLICA FEDERAL DE	5.831	10.631	6.159	10,593.48	301	464	311	327.36
BELGICA (REINO DE)								
BRASIL (REPUBLICA FEDERAL DEL)	200.818	366.112	212.122	364,849.84	235.629	362.869	243.017	290,964.25
CANADA								
CHINA					969	1.493	1,000	1197.3
COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA								
DINAMARCA	1.236	2.254	1.306	2,246.32	4.902	7.549	5.056	6053.54
ESPAÑA	216.577	394.842	228.768	393,480.85	457.325	704.743	471.974	565,094.47
USA	465,644	848.917	491.855	845,990.6	289.761	446.231	298,846	357,808.31
FRANCIA	69	126	73	125.356	1.033	1.591	1.066	1,276.3218
INDONESIA								
IRLANDA								
ISRAEL								
ITALIA								
JAPON					153	235	156	1,891,734
PAISES BAJOS					28,202	43.432	24.087	28,839.365
GRAN BRETAÑA	56	102	59	101.48				
RUMANIA								
SUIZA	1.864	3.398	1.969	3,386.68	7.632	11.753	7.871	9,423.948
TAIWAN								
TOTAL	892.097	1,626,362	942.311	1,620,774	1,021,362	1,572,897	1,053,386	1,261,219

Fuente: Banco de comercio exterior, S.N.C. Exportaciones totales a México. Año. 1998.

Anexo V

ANEXO 5.Tabla. 5.1.

DESGLOSE DE LA INVERSION		
ACTIVOS FIJOS	MONTO (Pesos en M.N.)	MONTO (Dolares)
Equipos de proceso.	18,299,231.00	1,926,234.84
Equipos de Servicios Auxiliares	3,065,274.00	322,660.42
Sistemas Contra Incendio	238,584.00	25,114.11
Obra Civil y Estructural.	9,354,904.00	998,539.26
Instalación de Equipo.	387,394.00	40,778.32
Obra Mecánico y Tuberías.	7,319,692.00	770,493.89
Instalación Eléctrica.	2,195,907.00	231,148.11
Instalación de Instrumentos y Controles.	5,123,784.00	539,345.68
Aislamiento y Pintura.	214,726.00	22,602.74
Mobiliario de Oficina.	186,247.00	19,604.95
Equipo de Transporte.	429,452.00	45,205.47
Terreno.	930,480.00	97,945.26
Imprevistos y Contingencias.	2,173,431.00	228,782.21
TOTAL DE ACTIVOS FIJOS	49,919,106.00	5,254,642.74
GASTOS DE PREOPERACION		
Licencia.	914,961.00	96,311.68
Ingeniería Básica y de Detalle	1,342,038.00	141,267.16
Gastos de Prueba y Arranque.	984,161.00	103,595.89
Gastos Financieros en Preoperación.	3,665,353.00	385,826.63
TOTAL DE GASTOS DE PREOPERACION:	6,906,513.00	727,001.37
Gastos de Esterilización	2,658,808.00	279,874.53
Control de Contaminación.	3,190,569.00	335,849.37
INVERSION TOTAL	62,674,996.00	6,597,368.00

Fuente: Elaboración propia con cotización directa de proveedores varios

ANEXO 5.Tabla 5.2.

PROGRAMA DE SERVICIOS AUXILIARES

1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009

CONSUMO

Energía Eléctrica (kw-hr)	190,344	257,136	279,576	303,600	329,472	357,192	376,200	392,304	396,000	396,000	396,000
Agua de Enfriamiento (m3)	60,108	81,200	88,286	95,874	104,044	112,796	118,800	123,884	125,052	125,052	125,052
Vapor (150 psia) (Ton.)	17,044	23,024	25,034	27,184	29,502	31,984	33,686	33,686	35,458	35,458	35,458

CONSUMO DOLARES*

Energía Eléctrica (kw-hr)	7,043	9,514	10,344	11,233	12,190	13,216	13,919	14,515	14,652	14,652	14,652
Agua de Enfriamiento (m3)	106,662	144,089	156,664	170,128	184,626	200,157	210,811	219,832	221,905	221,905	221,905
Vapor (150 psia) (Ton.)	3,750	5,065	5,507	5,980	6,490	7,036	7,411	7,411	7,801	7,801	7,801
TOTAL	117,454	158,669	172,515	187,342	203,307	220,409	232,141	241,758	244,358	244,358	244,358

CONSUMO PESOS*

Energía Eléctrica (kw-hr)	66,906	103,703	130,338	161,758	202,362	252,426	306,227	367,236	426,373	489,377	562,637
Agua de Enfriamiento (m3)	1,013,286	1,570,574	1,973,960	2,449,849	3,064,793	3,822,969	4,637,833	5,561,754	6,457,429	7,411,619	8,521,143
Vapor (150 psia) (Ton.)	35,622	55,212	69,394	86,119	107,741	134,397	163,040	187,496	227,002	260,545	299,549
TOTAL	1,115,814	1,729,489	2,173,693	2,697,726	3,374,896	4,209,814	5,107,100	6,116,486	7,110,804	8,161,542	9,383,329

*Se calculó en base a una tasa promedio de inflación del 15 %

ANEXO 6.Tabla 5.3.

Programa de consumo de materia prima.

PRODUCTO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Sacarosa	1,654,622,480	1,920,118,877	2,260,406,411	2,869,690,210	3,624,405,424	4,284,666,180	5,193,866,780	6,278,030,734	7,650,620,708	8,766,213,816	10,117,945,888
Carbonato de Calcio	9,499,769,790	4,322,887,518	5,314,135,260	6,505,620,880	7,934,721,329	9,846,345,444	11,682,882,160	14,136,387,021	17,224,336,029	19,807,986,433	22,779,183,278
Fosfato Diamónico	11,968,047	14,762,721	16,172,432	22,246,642	27,133,684	32,987,033	39,985,483	48,341,381	58,901,036	67,736,192	77,896,821
Nitrato de Calcio	78,545,498	97,018,020	119,264,464	148,002,665	178,077,951	216,481,719	262,421,880	317,261,162	386,563,603	444,548,143	511,230,784
Fosfato Monopéptico	1,319,606	1,628,720	2,002,169	2,451,063	2,989,538	3,634,421	4,405,497	5,326,116	6,469,554	7,462,987	8,592,492
Sulfato de Magnesio	3,893,796	4,809,536	5,912,374	7,237,879	8,827,972	10,732,262	13,009,207	15,727,760	19,163,364	22,037,669	25,343,716
Acido Clórico	4,141,111	5,115,027	6,287,914	7,697,813	9,388,705	11,413,973	13,835,523	16,726,784	20,380,578	23,437,665	26,953,359
Cloruro de potasio	1,037,080	1,280,983	1,574,715	1,927,753	2,351,262	2,856,460	3,464,902	4,188,975	5,104,014	6,069,616	6,750,036
Cloruro Férrico	205,634	253,946	312,177	382,166	466,122	569,670	696,893	830,436	1,011,836	1,163,811	1,338,040
Hidróxido de Calcio	711,230,130	876,498,970	1,078,940,740	1,322,054,615	1,612,497,318	1,960,334,289	2,376,232,296	2,872,802,365	3,500,336,616	4,025,367,109	4,629,196,175
Acido Sulfúrico	127,562,169	157,562,576	193,682,026	237,116,193	289,208,343	351,594,899	426,187,503	516,249,483	627,800,457	721,870,626	830,286,065
Carbono Activado	38,868,987	46,034,994	59,049,525	72,287,945	88,188,912	107,188,110	129,928,784	157,080,483	191,393,106	220,102,072	263,117,383
Alúmina Filtra	1,006,080	1,241,507	1,649,117	2,018,836	2,462,354	2,993,517	3,628,611	4,388,896	5,345,188	6,146,544	7,088,985
Ferrocianuro de Sodio	64,115	79,197	97,358	119,164	145,368	176,726	214,219	258,996	315,553	362,892	417,235
Total \$/T	6,034,260,494	7,453,412,587	8,162,499,894	11,218,853,463	13,680,844,489	16,631,963,208	20,180,569,690	24,373,596,574	29,697,761,631	34,152,425,678	39,275,289,096
Total Dólares/T	635,185,312	692,234,662	729,496,144	776,238,994	823,155,505	870,326,792	917,840,880	964,827,051	1,021,946,374	1,021,915,795	1,021,995,653

ANEXO 5, Tabla 5.4.

PRESUPUESTO DEL CAPITAL DE TRABAJO											
CONCEPTO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Activo Circulante	4,126,260	4,745,188	5,456,868	6,275,511	7,216,837	8,299,363	9,544,268	10,975,908	12,622,264	14,515,638	16,692,984
Caja y Bancos 1	884,175	1,131,801	1,301,571	1,496,806	1,721,327	1,979,626	2,276,455	2,617,924	3,010,812	3,462,204	3,981,535
Cuentas por Cobrar 2	1,535,938	1,766,328	2,031,275	2,335,968	2,686,361	3,089,315	3,562,713	4,085,620	4,688,463	5,403,232	6,213,717
Inventario											
Materia Prima 3	830,762	955,378	1,098,683	1,283,485	1,453,008	1,670,959	1,921,803	2,209,843	2,541,320	2,922,519	3,360,898
Productos en Proceso 4	551,534	669,764	769,079	884,441	1,017,107	1,169,873	1,345,123	1,546,892	1,778,926	2,045,765	2,352,629
Productos terminados 5	193,844	222,921	256,359	294,812	339,034	389,890	448,373	515,829	592,973	681,919	784,207
Pasivo circulante	886,147	1,019,069	1,171,930	1,347,719	1,549,877	1,782,359	2,049,712	2,357,169	2,710,745	3,117,356	3,584,960
Cuentas por Pagar 6	886,147	1,019,069	1,171,930	1,347,719	1,549,877	1,782,359	2,049,712	2,357,169	2,710,745	3,117,356	3,584,960
Capital de Trabajo	5,012,367	5,764,267	6,628,898	7,623,230	8,786,714	10,081,722	11,693,980	13,333,077	15,333,038	17,632,994	20,277,943

Bases de Cálculo

1. 7 días del Costo de Producción

2. 7 días del valor de las ventas

3. 30 días del costo de materia prima y otros materiales

4. 21 días del costo directo de producción

5. 7 días del costo directo de producción

6. 1 mes del costo de materia prima y otros materiales

4.656393712 4.65639371 4.65639371 4.65639371 4.65639371 4.65639371 4.65639371 4.65639371 4.65639371 4.65639371 4.65639371

Anexo VI

INDICADORES ECONOMICOS COMPARATIVOS

	P.J.B.		EXPORTACIONES				IMPORTACIONES		INFLACION		TIPO DE CAMBIO		INVERSION**		DESEMPLEO	
	(%)		mmdls		mmdls		(%)		por USA Dis		mmdls		(%)			
	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998		
México	6.7	4.8	110.4	117.5	109.8	125.2	17.6	15.9	7.9	9.1	12.8	10.2	3.7	3.1		
	Pesos															
Argentina	8.0	3.8	24.7	25.2	29.9	29.3	0.1	0.9	1.0	1.0	6.6	7.3	14.9	13.1		
	Pesos															
Brasil	3.5	0.0	53.0	51.1	62.4	57.5	4.1	4.6	1.1	1.1	19.6	11.0	5.8	6.2		
	Reales															
Colombia	3.0	5.9	16.4	11.0	17.7	13.7	17.9	20.7	1141.0	1.4	5.9	3.0	12.6	27.6		
	Pesos															
Chile	6.5	3.4	16.9	14.8	18.2	17.3	6.3	5.2	419.3	460.3	5.4	4.7	7.5	6.1		
	Pesos															
Costa Rica	2.5	6.1	3.3	5.5	4.1	6.2	11.5	11.6	232.6	257.2	0.6	0.6	6.1	5.6		
	Colones															
El Salvador	4.0	3.1	1.4	1.2	3.0	3.1	2.2	2.5	8.8	8.8	15.7	17.6	7.0	6.8		
	Colones															
Guatemala	4.0	4.7	2.1	2.5	3.2	4.1	9.0	7.0	6.1	6.3	0.8	1.2	6.4	6.0		
	Quetzales															
Croasia	6.9	7.5	4.3	4.5	8.1	8.3	19.9	6.4	6.1	6.4	0.4	0.8	26.0	17.4		
	Kunas															
España	5.8	7.2	104.3	109.0	122.7	132.8	2.6	1.7	146.4	149.4	5.9	8.4	21.0	18.9		
	Pesetas															
Rusia	0.4	6.4	87.4	74.1	70.0	80.4	14.6	90.4	5.8	9.7	6.2	2.1	9.5	11.6		
	Rublos															
Corea	7.8	6.7	136.2	132.3	144.8	7.4	6.3	7.4	951.3	1404.0	2.5	3.5	2.0	6.8		
	Won															
Malasia	8.0	5.5	80.8	83.7	82.1	85.4	3.0	5.2	2.8	3.9	5.1	6.2	25.0	4.0		
	Ringgit															
Singapur	8.0	8.7	126.0	183.7	132.4	142.5	2.0	0.2	1.5	1.6	8.9	9.3	2.5	3.5		
	Dólares de Singapur															

*Nota: Las exportaciones e importaciones incluyen solamente productos

**precios de 1990

**Inversiones Extranjeras directa en la economía

mmdls miles de millones de dólares

Fuente: Estadística Financiera Internacional, Fondo Monetario Internacional, Julio de 1999

Estudio económico de América Latina y El Caribe 1998-1999, CEPAL