



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA
PLANTA PRODUCTORA DE PAPAINA**

**TESIS PROFESIONAL
MANCOMUNADA**

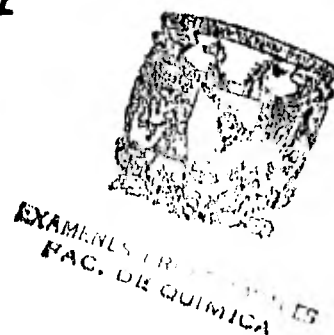
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A N

ROGELIO MONROY GONZALEZ

ROSAIN DE LA CRUZ MENDEZ

1982





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N T R O D U C C I O N

Al terminar los estudios en nuestra querida Facultad de Química, para recibir el Título que nos acredite como Inge--niero Químico, habría que hacer la Tesis, para lo cual --- recordamos los consejos que nos dieron nuestros maestros y buscamos algo en beneficio de una comunidad.

Acudimos al Instituto Mexicano de Comercio Exterior -- (INCE) y analizando los muchos productos Químicos que por necesidad nuestro país importa, encontramos las importa----ciones de PAPAÍNA, llamándonos la atención por lo siguien--te:

- 1.- La PAPAÍNA es un producto elaborado a partir de un fru--to natural, producido con cierta abundancia en nuestro país: LA PAPAYA.
- 2.- Sus usos principales:

CLARIFICADOR, en la Industria Cervecera.

ABLANDADOR, en la Industria de la Carne.

MEDICAMENTO DIGESTIVO, en la Industria Químico--Farmacéutica.

- 3.- Al elaborarse en México la Papaina, ahorraría a nuestro país DIVISAS, además de crear fuentes de trabajo y permitir aprovechar mejor nuestros recursos naturales.
- 4.- Tratar de beneficiar a la clase más desfavorecida de nuestro país, los agricultores, que por falta de fuentes de trabajo, emigran a la Ciudad de México o a los Estados Unidos de América, sin que esto solucione sus problemas y muchas veces empeora su situación, por causas que todos sabemos.
- 5.- Actualmente en nuestro país, la papaya solo se usa en la alimentación, que muchas veces por el encarecimiento ocasionado por los intermediarios, no está al alcance del pueblo y lo que es peor, se desperdicia.

Basados en lo anterior, decidimos elaborar el presente trabajo.

I N D I C E

CAPITULO I
GENERALIDADES.

CAPITULO II
DESCRIPCION DEL PROCESO DE
OBTENCION DE LA PAPAINA.

CAPITULO III
ANALISIS DE MERCADO.

CAPITULO IV
BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA,
CALCULO DE EQUIPO.

CAPITULO V
INVERSION TOTAL PROYECTADA.

CAPITULO VI
PROYECCION FINANCIERA.

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

C A P I T U L O I

GENERALIDADES.

La papaína es la más importante de las proteásas vegetales, se obtiene generalmente del látex del fruto del papayo (carica papaya). El árbol se cultiva intensamente en -- Kenya y en Ceylán.

a).- COMPORTAMIENTO DE LAS ENZIMAS PROTEOLITICAS.

La mayoría de las reacciones químicas en las que toma parte la materia viva requieren, in vitro, altas temperaturas u otras condiciones físicas y químicas, que son incompatibles con la vida, por ejemplo: La hidrólisis de las proteínas, requiere una concentración de ácido, tóxico para las células vivas y temperaturas elevadas, más allá del rango -- fisiológico. Las sustancias que hacen posible estas reacciones en materia viva, son los catalizadores orgánicos llamados enzimas. Las enzimas son proteínas sintetizadas en -- las células que catalizan (aceleran) una reacción termodinámicamente posible, de tal forma que la velocidad de la misma

sea compatible con los procesos bioquímicos esenciales para la vida celular, sin modificar en modo alguno el equilibrio constante de una reacción. Su naturaleza proteica les concede propiedades específicas; esto quiere decir que cada enzima cataliza una reacción; por consiguiente, son necesarias miles de ellas para acelerar las diferentes reacciones que se producen en la célula. Por su naturaleza proteica, pierden sus propiedades catalíticas por la acción de: calor, ácidos fuertes, bases fuertes, solventes orgánicos u otros agentes capaces de desnaturalizar a las proteínas.

Una determinada enzima puede catalizar solo un pequeño rango de reacciones y en muchos casos solamente una determinada reacción. Algunas enzimas tienen un bajo grado de especificidad, por ejemplo: la pepsina que hidroliza casi todas las proteínas nativas solubles, pero está limitada a ciertas ligaduras pépticas muy específicas. Algunas enzimas tienen especificidad estereoquímica, por ejemplo las alfa y beta glucosidasas, otras enzimas exhiben absoluta especificidad, como la ureasea que solo cataliza la hidrólisis de la urea a dióxido de carbono y amoníaco.

La actividad enzimática depende de la conveniencia de ciertas condiciones como son el pH, la temperatura, el potencial de óxido reducción y la presencia o ausencia de activadores e inhibidores (cationes o aniones). Otras enzimas, generalmente aquéllas que están en los grupos oxidati-

vos, requieren grupos prostéticos (coenzimas) para su actividad. Algunas enzimas de este grupo y en el grupo hidrolítico, requieren de metales específicos para su completa actividad (metales como el magnesio, cobalto, fierro, cobre, etc.).

Los efectos de la temperatura juegan un papel muy importante en las reacciones enzimáticas. Debido a su naturaleza proteica, la desnaturalización enzimática a temperaturas elevadas hace que disminuya su concentración efectiva y en consecuencia decrece la velocidad de reacción. Hasta los 45° C aproximadamente se acelera la reacción, tal como lo establecen las leyes de la termodinámica. A una temperatura mayor de los 45° C aparece el fenómeno de desnaturalización, que aumenta progresivamente hasta los 55° C, en que una brusca desnaturalización destruye la función catalítica de la proteína con funciones enzimáticas.

Por otro lado las modificaciones en el pH del medio, afectan profundamente el carácter iónico de los grupos amino y carboxilos de la proteína y consecuentemente modifican sus propiedades catalíticas. Además de los efectos puramente iónicos, valores altos y bajos en el pH pueden producir una desnaturalización importante y por lo tanto inactivación de la enzima.

Es importante establecer el pH óptimo y los límites de actividad hacia uno u otro lado, conociéndose ésto, debe --

mantenerse la reacción en un medio cuidadosamente controlado con soluciones amortiguadoras de gran capacidad estabilizadora. Ver gráfica de la página No. 8.

b).- PROPIEDADES DE LA PAPAÍNA.

1.- Propiedades Físicas: La papaína se encuentra en el mercado como polvo de color grisáceo o como gránulos de color café rojizo, su olor, sabor y apariencia se asemejan a la pepsina, se conserva bien en sustancias y mezclas secas, su densidad relativa es de 1.38, su punto isoeléctrico es a pH de 8.75. La papaína es soluble en agua, poniendo la solución un poco opalescente, precipita con el alcohol, no es soluble en cloroformo y éter.

2.- Propiedades Químicas. El peso molecular de la papaína es de 21 000, consta de una sola cadena polipeptídica de 212 aminoácidos. La estructura molecular de los diferentes aminoácidos se muestra en la figura de la página 9.

Para la activación de la papaína es necesario mantener la integridad de los grupos (-SH), dichos grupos pueden conservar o incluso constituir una parte del centro activo de la enzima. Si se oxida o pasa a la forma bisulfuro (-S-S-) se inactivará, pero cuando se le agrega un reductor fuerte, capaz de convertir nuevamente el grupo (-S-S-) en el grupo (-SH), la papaína se reactiva totalmente. El pH óptimo para

A C T I V I D A D D E L A P A P A I N A

P A P A I N A

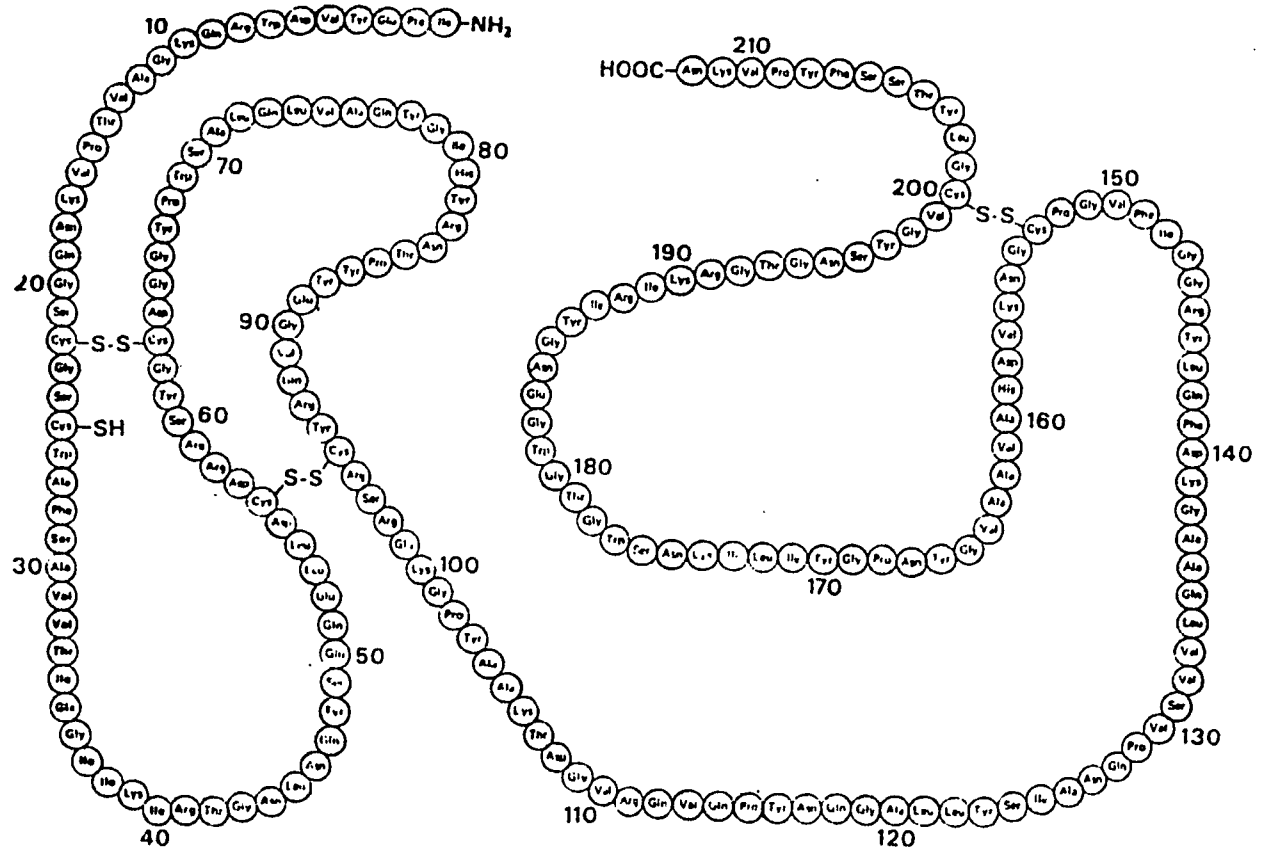
S U S T R A T O : B E N Z O I L A R G I N A N A M I D A

4

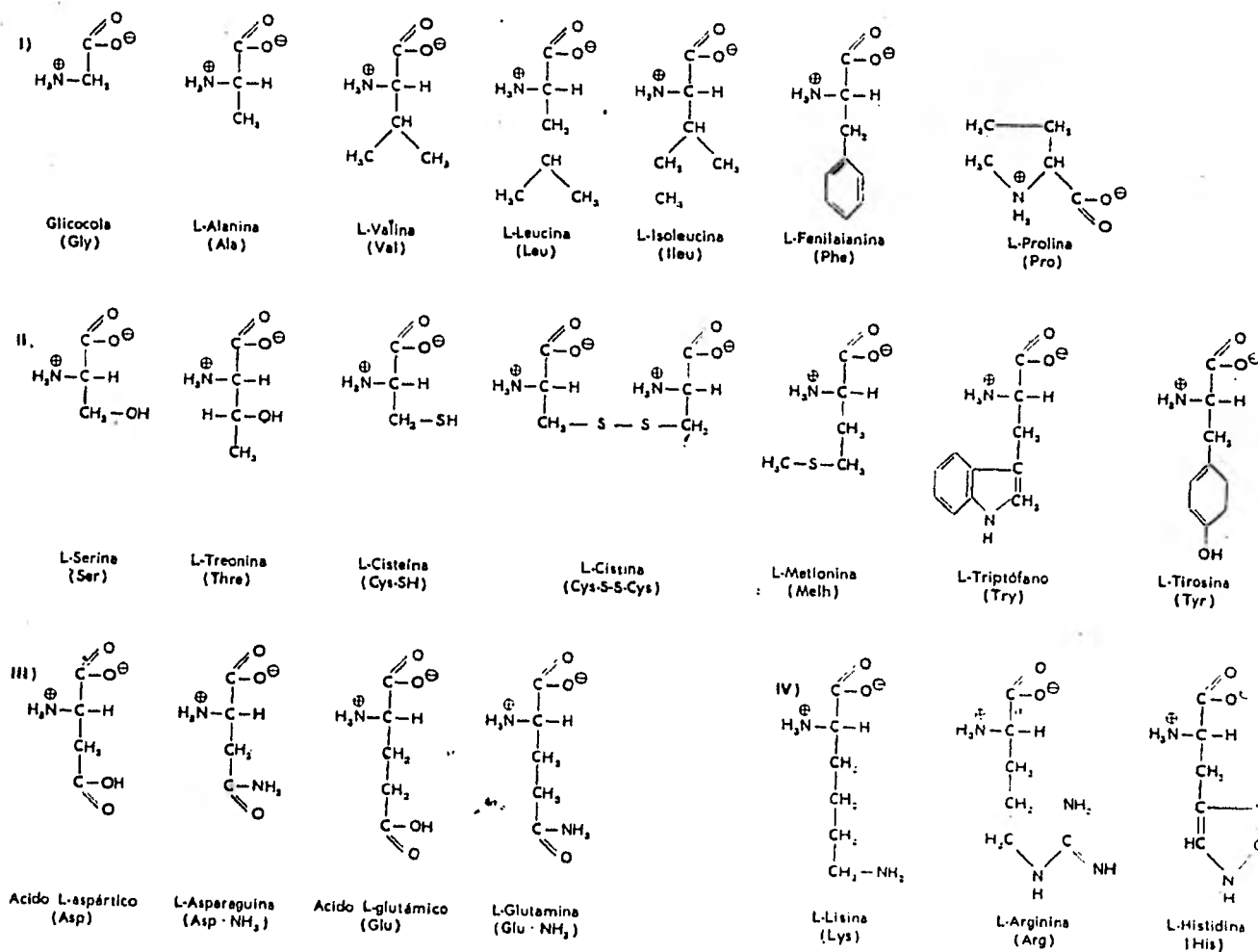
6

8

LA PAPAINA CONSERVA CONSTANTE, SU ACTIVIDAD
EN pH DE 4 a 8, EN SUSTRATO DE BENZOIL-
ARGINANAMIDA.



SECUENCIA DE LOS 212 AMINOACIDOS QUE
 CONSTITUYEN LA CADENA POLIPEPTIDICA
 DE LA P A P A I N A .



ESTRUCTURA MOLECULAR DE LOS AMINOACIDOS.

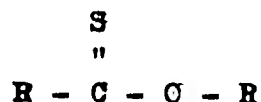
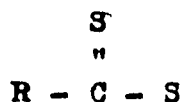
esta enzima proteolítica, depende del sustrato, oscilando -- entre 5 y 7, sin embargo su mayor actividad se obtiene a un pH de 7. Su estabilidad se conserva a temperaturas menores a 45° C, pues a mayor temperatura empieza su desnaturalización.

La papaína no es demasiado específica; péptidos, amidas, ésteres y tiolésteres, todos son susceptibles a su -- hidrólisis, en la que actúan como aceptadores de grupos -- acilo ($R-CO^+$), además de agua y muchos reactivos nucleófi-- los.

Numerosos péptidos formados por una gran variedad de -- aminoácidos, los cuales son de configuración L, son escindi-- dos por la papaína. De acuerdo con múltiples pruebas sobre la actividad catalítica de la papaína, es esencial un grupo Tiol de la Cisteína, por lo siguiente: 1) La papaína forma fácilmente complejos con muchos iones de metales pesados, -- perdiendo su actividad enzimática; 2) Los reactivos capa-- ces de ligar iones de metales pesados y de reducir las fun-- ciones bisulfuro, son activadores de la papaína; 3) Esta enzima reacciona estequiometricamente con una gran variedad de sustancias ligadas a los Tioles; 4) Las curvas de velo-- cidad del pH, de las hidrólisis catalizadas por la papaína muestran la existencia de un grupo catalíticamente activo -- con un pKa próximo a 8.5.

Pruebas preliminares actuales sugieren que el grupo --

Tiol de la papaína se acila* transitoriamente durante el curso de las reacciones catalizadas por ésta enzima. Esta conclusión se basa en la detección espectrofotométrica de una enzima durante la hidrólisis de sustratos, de la siguiente estructura:



Todavía debe determinarse si este intermediario es un artefacto originado por el empleo de sustractos de esta estructura o si representa una parte integral del proceso catalítico. Las pruebas cinéticas sugieren que además de la función Tiol, en la actividad enzimática, también se requiere de un ion carboxilato ó su equivalente cinético.

c).- Otras proteáseas del látex del papayo.

El látex del carica papayo contiene tres enzimas: Quimopapaína, Lisozima y la más importante, objeto de nuestro estudio, la PAPAÍNA. Las principales propiedades Físico-Químicas, de éstas enzimas se encuentran resumidas en la página 13.

* Radical acilo, es un radical orgánico que proviene de los ácidos por la pérdida de un grupo OH.

PRINCIPALES PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DE LAS
ENZIMAS, DEL LATEX DEL CARICA PAPAYO.

ENZIMA.	PESO MO- LECULAR.	PUNTO ISO- ELECTRICO.	CONCENTRACION EN EL LATEX SOLUBLE.
PAPAINA	21 000.	8.75	20 %
QUIMOPAPAINA	36 000.	10.10	35 %
LISOZIMA	25 000.	10.50	10 %

BIBLIOGRAFIA DEL CAPITULO I.

THE ENZIMES CHEMICAL AND MECHANISM OF ACTION.

KARL M., VOL. I, ED. A. P. I. P.

NEW YORK, 1951, PAG. 853 a 857.

BIOQUIMICA FUNDAMENTAL, 3a. EDIC., ED. LIMUSA.

ERIC E. CONN y P. D. STUMPF, 1976

CAP. 8, ENZIMAS.

ENCICLOPEDIA DE LA TECNOLOGIA QUIMICA.

RAYMOND E. KIRD & DONALD F. OTHMER

VOL. 4, PAG. 385 a 388,

VOL. 6, PAG. 1002 a 1009.

LINEA ABER, H. AND SCHWIMMER S.

DRYING OF PAPAYA LATEX

INDUSTRY & ENG. CHEM.

VOL. 32, PAG. 1277 a 1279.

CHEMICAL ABSTRACT.

AÑO	PAG.	ARTICULO.
1927	928	PURIFICACION COMERCIAL DE LA PAPAINA.
1933	2530	OBTENCION DE LA PAPAINA A PARTIR DEL FRUTO DEL PAPAYO.
1942	221	OBTENCION DE LA PAPAINA.

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PROCESO DE OBTENCION DE LA PAPAINA.

El proceso de obtención de la papaína a partir de los frutos del papayo, se divide en dos fases: Extracción del látex y tratamiento Industrial del mismo.

1.- EXTRACCION DEL LATEX.

Cuando el fruto está aún en el árbol y antes de que haya llegado a su completa madures, se seleccionan los frutos de aproximadamente 3 meses de edad. El látex se obtiene haciendo incisiones leves en el pericarpio o cáscara las cuales no deben exceder de 1/8 de pulgada, de profundidad y 1/2 pulgada de distancia una de otra, distribuidas al rededor del fruto. Usualmente no deben hacerse más de 4 incisiones diarias a intervalos de 4 ó 5 días de cada uno; esto es con el fin de dar tiempo al fruto de cicatrizar, evitando que los árboles sufran un debilitamiento; con este propósito se recomienda hacer incisiones a sólo 6 de los 8 ó 10 frutos que puede contener cada árbol, en --

condiciones de rayado.

Existen varios métodos, utilizados en distintos --- países para recibir el látex, los cuales, únicamente coinciden en el uso de materiales inoxidables (vidrio, plástico, peltre, aluminio, etc.). Discrepando en que algunos - reciben el látex, por fruto individual, otros lo reciben - en depósitos que abarcan todos los frutos del árbol, algunos más lo reciben en un rayado, en dos etapas en vez de - una, primero el que escurre inmediatamente al rayado, después el látex que continua goteando, sacando dos calidades de Papaina.

El método que emplearemos en éste proyecto es el de - hacer incisiones longitudinales por medio de un instrumento afilado de madera, de hueso u otro material, que no sea metálico; estas incisiones de preferencia deben hacerse -- por la mañana, cuando haya luz suficiente, ya que, es el momento de mayor obtención de látex a partir del fruto.

El jugo lechoso recolectado, se coagula con mucha -- rapidez, se vacia en recipientes de vidrio, impermeables y con la menor exposición al aire (para evitar la oxidación y contaminación) utilizando una espátula de plástico, el látex recolectado se llevará a recuperación inmediata, por desecación con el fin de evitar descomposición; como medio preservativo, es conveniente utilizar una etapa de refri-- geración que proporcione de -5 a 5 grados centígrados de -

temperatura.

1.1.- SECADO DEL LÁTEX.

El Látex recolectado se procede a secar distribuyendo lo uniformemente sobre láminas de vidrio, las cuales se secan por medio de rayos solares o en una estufa. Este método no es muy conveniente, debido al contacto directo del producto con el aire, lo cual, le causa oxidación.

Secado Garneau.- Otro método, es el llamado secado -- Garneau, en el que la lámina de vidrio en que está el --- látex a secar, se calienta indirectamente por medio de una corriente de aire, controlando los rangos de temperaturas óptimas.

Secado al Vacío.- El método más adecuado y más estable se lleva a cabo por medio de un secador al Vacío, ya que, nos da una Papaina de mayor calidad, sin embargo el costo de la inversión es más el elevado. Por ser el más -- adecuado, éste método de secado emplearemos en nuestro proyecto.

Las pérdidas de actividad proteolítica en el almacenamiento después del secado, pueden reducirse parcialmente -- agregando al Látex fresco un estabilizante, obtenido por -- Hinckel con una mezcla de Na_2SO_3 y 0.2 % de Thymol; algunos fabricantes recomiendan el uso de Sulfito de Sodio co-

mo agente preservador, reductor y amortiguador, en una concentración de 0.2 % a 0.5 % y el citrato de sodio y potasio como anticoagulantes y amortiguadores, en concentración de 4 a 5 %, así como el uso de fenol y thymol, dependiendo de la aplicación final que se le vaya a dar a la Papaina; con estos aditivos se logra elevar los rendimientos del látex fresco de unos 500 g. por árbol a 946 g. y en la recuperación de Papaina pura; de 16.6 % a 20.4 % lo cual nos eleva los rendimientos de Papaina pura de 94.62 kg/Ha a 220.0 kg/Ha, para una densidad de 1 140 plantas por Ha. y los rendimientos mencionados.

En caso de no usar los estabilizantes descritos anteriormente, el secado debe hacerse inmediatamente y en caso de utilizarlos, el secado se podrá hacer hasta después de 48 horas, con lo cual, nos permite la acumulación de látex para desecar en mayor cantidad y hacer más económico el secado por medio de vacío.

Una vez secada la Papaina se debe poner al abrigo de agentes oxidantes (metales, luz, aire, humedad), para lo cual se puede usar un envase de cristal ámbar con cierre hermético.

2.- USOS DE LA PAPAÍNA.

Un empleo comercial de importancia, lo es en la Industria Cervecera, su función en el proceso cervecero consiste en hidrolizar las proteínas que al refrigerar la cerveza se manifiestan por el aspecto turbio que adquiere la cerveza. En medicina, se emplea en los medicamentos digestivos. En la Industria de la carne, se usa como ablandador de ésta; - ya sea aplicándola directamente en la carne cuando se prepara para ser cocida ó aplicándola por medio de inyecciones en la yugular de los animales antes de ser sacrificados.

Otras de las aplicaciones de la papaína, consiste en: Industria de hilados y tejidos, en la preparación de pastas dentífricas y en el curtido de pieles.

3.- TRATAMIENTO INDUSTRIAL DEL LÁTEX DE LA PAPAYA, PARA LA ELABORACION DE PAPAÍNA.

El primer paso dentro del tratamiento industrial, es el preservado del látex, que consiste en llevarlo a una cierta concentración de sólidos, mediante un secador ó deshidratador de tipo industrial. Del látex fresco se obtiene un -- 20 % de concentrado y este concentrado contiene de un 85 a 100 % de papaína; hasta este paso del proceso se tiene un concentrado seco que contiene papaína no depurada, a partir de aquí, se pasa al proceso específico de elaboración de -- los diferentes tipos de papaína que producirá la planta en proyecto.

3.1.- Proceso para elaborar papaina tipo uso cervecero.

Una vez obtenido el concentrado mediante secado al vacío, se mantiene en un lugar fresco, de ser posible en refrigeración, mientras se determina su actividad enzimática ó unidades de digestión proteínica, de acuerdo al método más adecuado de entre los diversos sistemas de análisis que existen al respecto; como el WALLERSTEIN, NORTHOUNP, Etc.

A continuación se formula el concentrado por medio de la mezcla realizada con aditivos, tales como: miel de fécula, cloruro de sodio y otras sustancias, con el objeto de elevar su concentración de sólidos (grado Brix) y preparar los componentes o mezcla utilizada en la industria cervecera.

Una vez preparada dicha mezcla se pasa por un filtro prensa dos o tres veces, hasta que la solución es clara, se lleva a un tanque de almacenamiento, por último se envasa en botellas de polietileno, generalmente de 5 kg y el producto está listo para su distribución en la industria cervecera.

3.2.- Proceso para elaborar papaina tipo uso ablandador de carne y para uso Químico-farmacéutico.

Depuración.- Al concentrado seco, se le disuelve en -

agua, se le agrega 0.5 % en peso de Sub-acetato de plomo ó Bisulfatos, con el fin de precipitar todas las albuminoides ó peptonas, al precipitar éstas se separan junto con los insolubles por medio de un filtrado. Los indicios de plomo ó bisulfato que pidieran quedar en solución, se eliminan con ácido sulfhídrico diluido, que los precipita en forma de -- sulfuro.

Se filtra nuevamente y al filtrado obtenido se le añade alcohol, hasta obtener una solución al 20 % de alcohol en volumen, se filtra o incluso se puede separar parte del líquido por decantación. A la papaina obtenida así, se le analiza y si es necesario se repite la depuración.

Por último se seca en un secador al vacío, se muele en molino de martillos y se envasa. Así es como se obtiene la papaina con una pureza de aproximadamente 100 % .

C A P I T U L O I I I

ANALISIS DE MERCADO.

Uno de los factores más importantes de viabilidad para cualquier proyecto industrial es el conocimiento intensivo del mercado, tanto del producto o productos a producir como de las materias primas utilizadas en la producción del mismo.

El conocimiento de la demanda y sus tendencias así como el de las costumbres de adquisición del producto, son los más importantes puntos a analizar para la fijación de la capacidad de la planta y aunado a esto, un profundo conocimiento de la disponibilidad de materia prima tanto en su producción, costo y situación geográfica, que permiten desarrollar el proyecto óptimo y determinar la ubicación ideal de la planta, siempre y cuando el tamaño del mercado sea lo suficientemente grande para darnos una economía de escala competitiva tanto en precio como en calidad del pro

ducto. Para lograr tales conocimientos, los especialistas en el desarrollo de proyectos industriales sugieren el -- empleo de una lista integrada por los siguientes aspectos:

- I.- Producción interna del producto.
- II.- Importación en volumen y valor en los últimos años.
- III.- Estudio y análisis de los usos del producto así -- como de los substitutos que tenga.
- IV.- Análisis de los productos con que puede competir - ventajosamente.
- V.- Principales industrias consumidoras.
- VI.- Análisis de producción e importación de los productos substitutos.
- VII.- Distribución geográfica del consumo.
- VIII.- Análisis del precio de venta en el país.
- IX.- Análisis del precio de venta de los principales -- proveedores.

X.- Indicadores Económicos.

XI.- Proyección de la demanda.

En el caso de la papaína, presentamos a continuación los resultados obtenidos al analizar cada inciso de la lista.

I.- Producción Interna:

Se tiene conocimiento de que a la fecha no se produce papaína en nuestro país.

II.- Importación en cantidad y valor en los últimos años:

Para esta finalidad se obtuvieron los datos por medio del anuario estadístico del INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR (IMCE) y quedan resumidos en la Tabla siguiente: (Englobados en la fracción arancelaria 290A002, para los últimos años).

A Ñ O	IMPORTACION EN kg.	COSTO EN \$ M. N.
1969	13 857.0	1 371 843.00
1970	14 030.0	1 459 120.00
1971	13 981.0	1 481 986.00
1972	20 972.0	2 618 574.00
1973	24 439.0	2 891 509.00
1974	19 658.0	3 184 596.00
1975	18 510.0	3 021 330.00
1976	23 004.0	4 319 016.00
1977	19 940.0	5 420 800.00
1978	25 858.0	7 448 910.00

Para localizar el principal país proveedor, citaremos los datos de importación de la PAPAÑA para los años 1973 y 1975. Según datos del anuario estadístico del Instituto Mexicano de Comercio Exterior. (2940A002).

A Ñ O 1973.		
P A I S .	IMPORT. EN kg.	COSTO EN \$ M. N.
REP. FED. ALEMANA.	577.0	65 340.00
BELGICA.	75.0	13 500.00
E.E.U.U.	23 736.0	2 806 159.00
URSS.	4.0	400.00
URUGUAY.	<u>47.0</u>	<u>6 110.00</u>
Total	24 439.0	2 891 509.00

PAISES DE LOS CUALES IMPORTAMOS PAPAINA EN 1975.

PAIS	IMPORT. en kg.	COSTO EN \$
República Federal		
Alemana	157.	21 980.
Bélgica	300.	39 402.
EE. UU.	18 053.	2 959 948.
Total	<u>18 510.</u>	<u>3 021 330.</u>

A continuación resumimos los siguientes puntos:

III.- Estudio y análisis de los usos del producto así como de los sustitutos que tenga.

IV.- Análisis de los productos con que puede competir ventajosamente.

V.- Industrias consumidoras.

VI.- Análisis de la Producción e importación de los productos sustitutos.

1.- Nombre del producto: PAPAINA.

Descripción o Especificación: Enzima proteolítica.

Usos principales: Clarificador de Cerveza

Medicamento digestivo

ablandador de carne.

Envase: Botellas de polietileno, pomos de cristal y -
cuñete de cartón.

Mercado: Nacional.

Industrias Consumidoras: Industria Cervecera,
Industria Químico-Farmacéu-
tica.
Industria ablandadora de --
carne.

Posibles de Sustituir: Pepsina.- La papaína compite
ventajosamente con la pepsina, por la variación del
pH en su actividad; la actividad de la papaína como
se mencionó en el Cap. I, no cambia en pH de 5 a 7, -
mientras que la pepsina sólo es activa a un pH de 4.

Productos competitivos actuales: No tiene.

2.- Nombre del producto: PURE O PULPA DE PAPAYA.

Descripción o Especificación: Extracto de la pulpa --
del fruto del papayo.

Usos principales: En la elaboración de jugos y ----
Néctares.

Envases: Latas de lámina o pomos de cristal al vacío.

Mercado: Exportación.

Industrias consumidoras: Fabricación de jugos, nécta-
res y repostería.

Posibles de sustituir: Pulpas de otras frutas.

Productos competitivos actuales: Pulpas de otras frutas.

3.- Nombre del producto: Jugos y néctares de papaya.

Descripción o especificación: Preparado de papaya, otras frutas, agua y azúcar.

Usos principales: Complemento alimenticio.

Envases: Botellas de cristal ó latas de lámina al vacío.

Mercado: Nacional.

Industrias consumidoras: Detallistas para consumo final.

Posibles de sustituir: Refrescos embotellados y otras -
bebidas.

4.- Nombre del producto: Chutney de papaya.

Descripción o especificación: Compota agridulce y pican-
te.

Usos principales: Como acompañante en la comida, hace --
las veces de salsa.

Envases: Botellas de cristal o bolsas de polietileno.

Mercado: Exportación.

Industrias consumidoras: Detallistas para consumo final.

Posibles de sustituir: Chutney de mango.

Productos competitivos actuales: Chutney de mango.

- 5.- Nombre del Producto: MERMELADA DE PAPAYA.
Descripción o Especificación: Dulce de almibar en forma de Compota.
Usos Principales: Postre y repostería.
Envases: Frascos de Cristal.
Mercado: Nacional y de Exportación.
Industrias Consumidoras: Detallistas para consumo --
final.
Posibles de sustituir: Postres como: helados, paste--
les, dulces y frutas en almí--
bar.
Productos competitivos actuales: Mermeladas de otras
frutas.
- 6.- Nombre del Producto: PAPAYA EN SALMUERA.
Descripción o Especificación: Trozos de papaya con--
servados en solución.
Usos principales: Elaboración de dulces cristaliza--
dos.
Envases: Botes, Tambos, etc.
Mercado: Exportación.
Industrias consumidoras: Elaboración de dulces cris--
talizados.
Posibles de sustituir: Se desconoce.
Productos competitivos actuales: Piña y otras frutas
en salmuera.

- 7.- Nombre del producto: Concentrado de Papaya.
Descripción o especificación: Preparado sólido o líquido de pulpa de papaya concentrada.
Usos principales: Mercado potencial muy amplio en la industria alimenticia.
Envases: Por determinar.
Mercado: Nacional y de Exportación.
Industrias consumidoras: Industria alimenticia en general.
Posibles de sustituir: Jugos y pulpas de frutas y saborizantes.
Productos competitivos actuales: Concentrados de frutas.
- 8.- Nombre del producto: PAPAYA RAYADA.
Descripción o especificación: Fruta con incisiones en la superficie.
Usos principales: Fruta fresca y elaboración de puré de papaya.
Envases: Envoltura individual de papel.
Mercado: Nacional.
Industrias consumidoras: Mercado de fruta fresca e industria de jugos.
Posibles de sustituir: No tiene.
Productos competitivos actuales: Papaya en perfecto estado.

VII.- Distribución geográfica del Consumo. Para tener una visión de este punto, citaremos el nombre de las -- compañías consumidoras de papaína y la entidad donde se localizan, así como algunas compañías extranjeras de importancia en el consumo y que se interesan en la Papaína.

a).- COMPRADORES DE PAPAÍNA EN LA REPUBLICA MEXICANA

1.- Papaína Tipo uso Industria Cervecera:

Cervecería Cuauhtémoc, S. A.

Monterrey, N. L.

Tecate, B. C.

Nogales, Ver.

México, D. F.

Guadalajara, Jal.

Cervecería Moctezuma, S. A.

Orizaba, Ver.

Guadalajara, Jal.

Cervecería Modelo, S. A.

México, D. F.

2.- Papaína Tipo uso Industria Químico-Farmacéutica.

Mixim, S. A. México, D. F.

Travenol, S. A. México, D. F.

Bayer, S. A. México, D. F.

3.- Papaina Tipo uso Industria ablandadora de Carne.

Mixim, S. A. México, D. F.

Travenol, S. A. México, D. F.

Rastros

b).- PRINCIPALES COMPAÑIAS INTERESADAS EN EL MANEJO
DE PAPAINA, EN OCHO PAISES EUROPEOS.

1.- Bélgica:

Rudolph Coles, S. A.

14, Rue de la Ferme,

DIEGEM 2

2.- Dinamarca:

Dansk Transace

Amaliegade 33,

P. O. BOX 1040,

COPENHAGEN 30

Holm y Schmidt A/S.

Vodroffsvej 23,

COPENHAGEN 37

3.- Francia:

Chevalier - Appert,

150, Rue de Paris,

CHARENTON.

Societé Rapidase,

15, Rue Des Comtesses,

SECLIN.

4.- Italia:

Marubeni Lidia SPA.

Via Fabio FILZI 2

MILANO.

Piacentini Ing. Efratelli SPA,

Via Arsenale 35,

TORINO.

5.- Holanda:

N. V. Konindlijken, U/H

Brocadws-Stheeman And

Pharmacia Loocersgracht 27-39

AMSTERDAM.

6.- República Federal de Alemania.

G. E. Reeper,

Klosterallee 74,

HAMGURG 13.

Chemische Fabrick Gustav C.

Meht, Postfach 270

Rahlstedterstr. 27,

HAMBURG 73.

Alfred L. Wolff,

Sudanhaus,

Gr. Boóherst.

HAMBURG 1.

7.- Reino Unido (URSS)

Biddle Sawyer & Co. Ltd.

Hadden House,

2-4, Fitzroy Street

LONDON W. 1

Dalgety London Ltd.

65-68, Leadenhall Street,

London E. C. 3

Kellyos (London) Ltd.

24, Old Broad Street,

LONDON E. C.

Kinsley-keith (Chemicals) Ltd.

London E. C. 4

Kodak House

Kingsway

LONDON W. C. 2

General Chemical Company

Index Works

Sudbury

WEMBLEY (Middlesex)

C. Zimmerman & Co. Ltd.

Walmgate Road

Perivale. (MIDDLESEX)

8.- Suiza

Chemisch-Techn. Handelsges

AARAU (AG)

Dolder & Co.

7 Budeck &Dolder

BASEL

Voigt & Co. A. G.

ROMANSHORN.

Siegfried.

ZOFINGEN.

c).- OTROS PAISES PARA EXPORTACION DE PAPAINA.

A través de los consejeros comerciales del IMCE. en los ocho países mencionados anteriormente y en los que mencionamos a continuación, se determinó que existen posibilidades de exportar papaina, principalmente a éstos últimos que se interesan por recibir muestra del producto.

		Ton/año.
1.- Proquim, S. A.	Caracas Venezuela	2.5
2.- Bavaria, S. A.	Bogotá Colombia	2.5
3.- Comercial Indus-- trial Sport, S. A.	Madrid España	4.0
4.- Laboratorie Industria de Biología	Francia	2.6

5.- L'Industrie Biologique Grancaise, S. A.	Francia	1.6
6.- Cheming Gum Uniseway	Francia	2.5
7.- Artiebolaget ashta	Suecia	2.0

Fuente: Consejería comercial de México en los países --
citados (I.M.C.E.).

Estas empresas demandantes se localizan en países don--
de en comparación con México, se encuentran en desventaja --
para la planta en proyecto, fundamentalmente porque no pro--
ducen papaya (es el caso de los Europeos).

Venezuela al igual que Colombia consumen 2.5 Ton/año de-
papaina, con las facilidades geográficas de acceso y con el
apoyo de preferencias arancelarias, existe la posibilidad de
que la planta en proyecto pueda exportar papaina a esos ---
países.

España es también un posible importador de papaina ----
Mexicana ya que el consumo de 4 toneladas anuales de la ---
industria alimenticia y farmacéutica se satisface a base de
importaciones de otros países.

La demanda de papaina en Francia es muy importante, sin
embargo existe el antecedente de que adquiere este producto

aún en estado no-refinado, para transformarla posteriormente de acuerdo a las diferentes calidades que requiere.

Las importaciones francesas provienen de Alemania, Italia y EE. UU., siendo el primero el de mayor importancia, - además hay que agregar que ambos países, Francia y Alemania, pertenecen al bloque de la comunidad económica Europea, --- existiendo por ello, cierta preferencia arancelaria entre -- éstos; pero aún así, y de acuerdo a los informes de la Consejería Mexicana en Francia el mercado de la papaína es favo-- rable, existiendo empresas de ese país, interesadas en recibir muestras, por lo que la posibilidad de exportar a Fran-- cia son dignas de consideración.

En Suecia la Papaína, tampoco se produce, y es utilizada para las industrias Farmacéutica, alimenticia y cervecera -- entre otras, por lo cual al igual que los países anteriores-- hay posibilidad de exportar a Suecia.

VIII.- Análisis del precio de Venta en el País.

Uno de los factores determinantes para poder competir tanto en el mercado nacional como en el internacional con -- la papaína, es el precio de este producto; Para determinar -- el precio a que se estima vender, se tomarán en considera--- ción los siguientes aspectos;

- a).- La elasticidad de los productos en estudio.
- b).- La estructura de los costos de producción más --
utilidad.
- c).- Los precios de la papaina, ofrecidos por los países
o distribuidores que actualmente surten el mercado-
Mexicano.
- d).- La materia prima usada en cada variedad.

De la relación de los factores anteriores, basados al --
mercado existente hasta el año de 1981, resulta que la plan-
ta en proyecto podrá vender a los precios siguientes:

Tipo de papaina	Costo del kg.
Producto para la Industria Cervecera.	\$ 650.00
Producto para la Industria Químico-farmacéutica.	\$ 950.00
Producto para la Industria de la Carne.	\$ 300.00

Los precios tanto para la Industria Químico-farmacéutica
como para la Industria de la Carne, son precios promedio ---
pues en éstas dos aplicaciones de la papaina los consumido--
res emplean diferentes calidades, dadas por la concentración
enzimática, por tanto, los precios reales de venta estarán -
de acuerdo al tipo de Papaina demandada por los clientes.
Para efecto de los cálculos financieros, se tomarán dichos -
precios como estables para los primeros 2 años de operación
de la planta, siendo una política conservadora pero recomen-
dable para un proyecto nuevo, situación que podrá variar de

acuerdo a los ajustes en los costos de operación de la misma y las situaciones de mercado.

IX.- Análisis del precio de venta de los principales ----
países proveedores.

El precio de venta de los principales países proveedores de papaína como: República Federal de Alemania, Bélgica y EE.UU., para las diferentes calidades de papaína son -- semejantes a los precios de venta que ofrecemos en nuestro análisis de precio de venta en el País. pag. 38.

X.- Indicadores Económicos.

Las políticas generales de comercialización de la --- planta se enfocan para alcanzar los siguientes objetivos:

- 1) Aprovechar al máximo posible la disponibilidad de papaya en la región.
- 2) Eliminar totalmente las importaciones de papaína.

Para lograr los objetivos anteriores, las principales políticas se refieren a los sistemas de compra y venta de la fruta, programa y fijación de precios.

a) Sistemas de compra para la fruta.

Los sistemas de compra de la fruta que podemos optar-

son dos:

- 1) CORTADA.- En éste caso el corte de la fruta - corre por cuenta del productor, que se encar-- gará de llevar la fruta a "Pie de carretera", para de ahí transportarla hasta la planta.
- 2) EN LA PLANTA O ARBOL.- En éste caso, el com-- prador adquiere la fruta antes de la cosecha y el mismo se encarga del corte y transporte -- hasta la planta.

El primer método representa mayores ventajas, de-- bido a que los productores podrán levantar la cosecha y --- transportarla a un punto clave sobre la carretera, donde pa-- sará una unidad móvil de la planta a recoger la fruta, con ésto se logra que el productor agregue valor a su producto -- por concepto de mano de obra necesaria para cosechar y lle-- varla a la carretera.

- b) Sistema de venta para la papaína. Para la venta de papaína se contará con una fuerza de ventas que esta-- blecerá contacto con las compañías consumidoras: In-- dustria cervecera, Industria Químico-Farmacéutica e Industria de la carne, con el fin de proveerlas de la cantidad que requieran.
- c) Programa de ventas de papaína. Existe una situa---

ción nacional favorable para procesar la papaya, sin embargo, ésta situación no se ha aprovechado por no existir, instalaciones adecuadas para procesar la -- fruta y obtener productos de calidad en grandes cantidades y bajo costo.

Se estima que utilizando la tecnología expuesta en el presente estudio y aprovechando la mayor cantidad de materia prima, disponible en la región, será posible colocar los siguientes volúmenes de papaina en los primeros 10 años de operación de la planta.

(1) PROGRAMA DE VENTA DE PAPAINA.

AÑO	PRONOSTICO DEL MERCADO TOTAL NACIONAL kg.	VENTAS PROGRAMADAS EN kg.	PARTICIPACION DE LA PLANTA EN - PROYECTO.
1983	29 728	12 023	40 %
1984	30 821	14 018	46 %
1985	31 914	15 444	48 %
1986	33 007	16 988	50 %
1987	34 100	18 657	55 %
1988	35 193	20 556	58 %
1989	36 286	22 612	62 %
1990	37 379	22 760	61 %
1991	38 472	27 366	71 %
1992	39 565	29 573	75 %

Los datos del programa de venta de papaina se obtuvieron a partir de estadísticas de importación de papaina, basados hasta el año de 1979.

Fuente: I.M.C.E.

(1) = Las cantidades de papaina consideradas, se refieren a un producto en estado primario estandarizado, que servirá de base para la elaboración de los productos finales. El detalle del desglose de la producción de la planta, o sea, la conversión de la cantidad por producción total programada a las cantidades por producto final (siguiente cuadro), se analiza en el plan de producción de la página

PROGRAMA DE VENTAS DE PAPAINA DE ACUERDO A LOS TRES PRODUCTOS, EN QUE SE UTILIZA.

Datos obtenidos a partir de estadísticas de importación de papaina basados hasta el año de 1979, de la Secretaría de Industria y Comercio y el I.M.C.E.

Estos datos nos dieron el siguiente cuadro que basado en 550 Unidades Wallerstein para la papaina pura, el 90 % de la papaina es para la industria cervecera, el 9 % es para la Industria Químico-farmacéutica y el 1 % para la industria ablandadora de carne.

PROGRAMA DE VENTA DE PAPAINA DE ACUERDO A
LOS TRES PRODUCTOS EN QUE ES UTILIZADA.

AÑO DE OPERACION.	VENTAS DEL PRODUCTO CERVECERO EN kg.	VENTAS DEL PRODUCTO FARMACEUTICO EN kg.	VENTAS DEL PRODUCTO ABLANDADOR EN kg.
1983	56 108	1 870	6 234
1984	65 419	2 181	7 269
1985	72 077	2 403	8 009
1986	79 279	2 643	8 809
1987	87 071	2 902	9 675
1988	95 931	3 198	10 659
1989	105 529	3 518	11 725
1990	106 217	3 541	11 802
1991	127 715	4 257	14 191
1992	138 011	4 600	15 335

Las cantidades anteriores establecidas en los programas de ventas señalados, están basadas en el consumo detectado hasta el año de 1979 y la proyección del mercado para los próximos años dada por la tendencia al incremento de los sectores industriales que consumen papaina en el mercado nacional, además, adaptando un criterio conservador en cuanto a la participación de la empresa en el mercado.

Para el año de 1983, primer año de operación de la ---

planta, ésta abastecerá el 40 % del mercado total lo que se considera factible por lo siguiente:

La política de la planta es sustituir la importación -- mediante la producción nacional, así, desde el primer año -- de operación se establecerá un programa de integración, -- por medio del cual, la planta en proyecto se encargará de -- abastecer el mercado que actualmente se satisface por medio de importaciones, para lo cual dispondrá de la producción -- de la planta y podrá completar los requerimientos del mercado mediante importaciones, únicamente realizadas bajo su -- supervisión o sea, la planta operará como reguladora del -- mercado cubriendo éste por medio de la producción e impor-- tación cuando sea necesario, hasta el momento en que sea lo suficientemente capaz de abastecer el mercado, en su tota-- lidad en base a la producción propia.

Por lo tanto, una participación del 40 % en el mercado-- nacional de papaina, para el primer año de operación, resulta muy factible de alcanzar e inclusive a medida que norma-- lice su operación podrá aumentar sus participaciones en el mercado hasta alcanzar un 75 % que se estima alcanzar en 1992.

d) FIJACION DEL PRECIO DE COMPRA DE MATERIA PRIMA.

Uno de los objetivos primordiales en la elaboración del presente proyecto, es el mejoramiento del nivel económico de los productores de papaya, del Ejido Villa Emiliano --- Zapata, del Estado de Veracruz; por lo tanto, ya que el sistema de abastecimiento de materia prima (papaya y látex -- extraído de ella), será mediante la compra a los productores propietarios de los cultivos, se requiere establecer -- precios de compra redituables que permitan a los productores recibir mejores precios por su producto y con ello se -- motiven a mejorar sus plantaciones e incluso, aumentar el área de cultivo en un momento dado.

Por lo tanto la fijación de los precios se realizará tomando en consideración tanto la situación anterior como los costos de operación de la empresa y así, lograr una combinación de ambos factores que permitan a los productores --- obtener mayores ingresos y a la planta operar con un índice de rentabilidad aceptable.

PRECIO DE COMPRA DEL LATEX HUMEDO.

Para abastecer de materia prima principal en la elaboración de papaína, la empresa establecerá una estrategia de operación, consistente en organizar cuadrillas de trabajadores que se encargarán de rayar las frutas y recoger el -- látex obtenido, en recipientes destinados para ello, para --

después llevarlos a "Pie de carretera" en donde las unidades móviles de la planta se encargarán de transportarlos a las instalaciones de la misma.

Considerando la mano de obra en la extracción y el costo del fruto, el precio del Látex será de 100 \$/kg., para el primer año, aumentando en un 10 % anual.

PRECIO DE COMPRA DE LA FRUTA RAYADA.

Con el objeto de garantizar al productor la venta de su fruta rayada, la empresa adquirirá los volúmenes totales de papaya rayada a los siguientes precios anuales.

año de operación	precio de compra ^{&} pesos/Ton.
1983	1 100.00
1984	1 210.00
1985	1 331.00
1986	1 464.00
1987	1 610.00
1988	1 771.00
1989	1 948.00
1990	2 143.00
1991	2 357.00
1992	2 593.00

& Datos estimados según el costo actual de la tonelada de papaya.

XI.- PROYECCION DE LA DEMANDA.

Dado que los indicadores Económicos, no sugieren cambio apreciable en cuanto a la futura demanda, una buena estimación será dada por la Historia de la demanda nacional del producto.

Para tal finalidad se tienen los datos del inciso II de éste capítulo, que se encuentra en la pag. 25.

Después de graficar estos datos podemos observar que el crecimiento de la demanda obedece a una curva regular del -- tipo:

$$y = a + bx$$

Un buen método de determinación de los parametros A y B es el de Mínimos Cuadrados, por medio de las Ecuaciones --- Normales:

$$y_i = a + b x_i$$

$$x_i y_i = a x_i + b x_i^2$$

Usando los datos de la página 25.

x_i	1	2	3	4	5	6
y_i	11930	12796	13857	14030	13981	20972
x_i	7	8	9	10	11	12
y_i	24439	19658	18510	23004	19940	25858

Siendo x_i , el año y Y_i , la cantidad de papaina en kilogramos importada para cada uno de estos años. como $n=12$,

$$\sum x_i = 78$$

$$\sum x_i^2 = 650$$

$$\sum Y_i = 218\ 975$$

$$\sum x_i y_i = 1\ 579\ 553$$

Las ecuaciones normales son:

$$218\ 975 = 12a + 79 b$$

$$1\ 579\ 553 = 78a + 650 b$$

Resolviendo las dos ecuaciones anteriores, encontramos -
los siguientes valores:

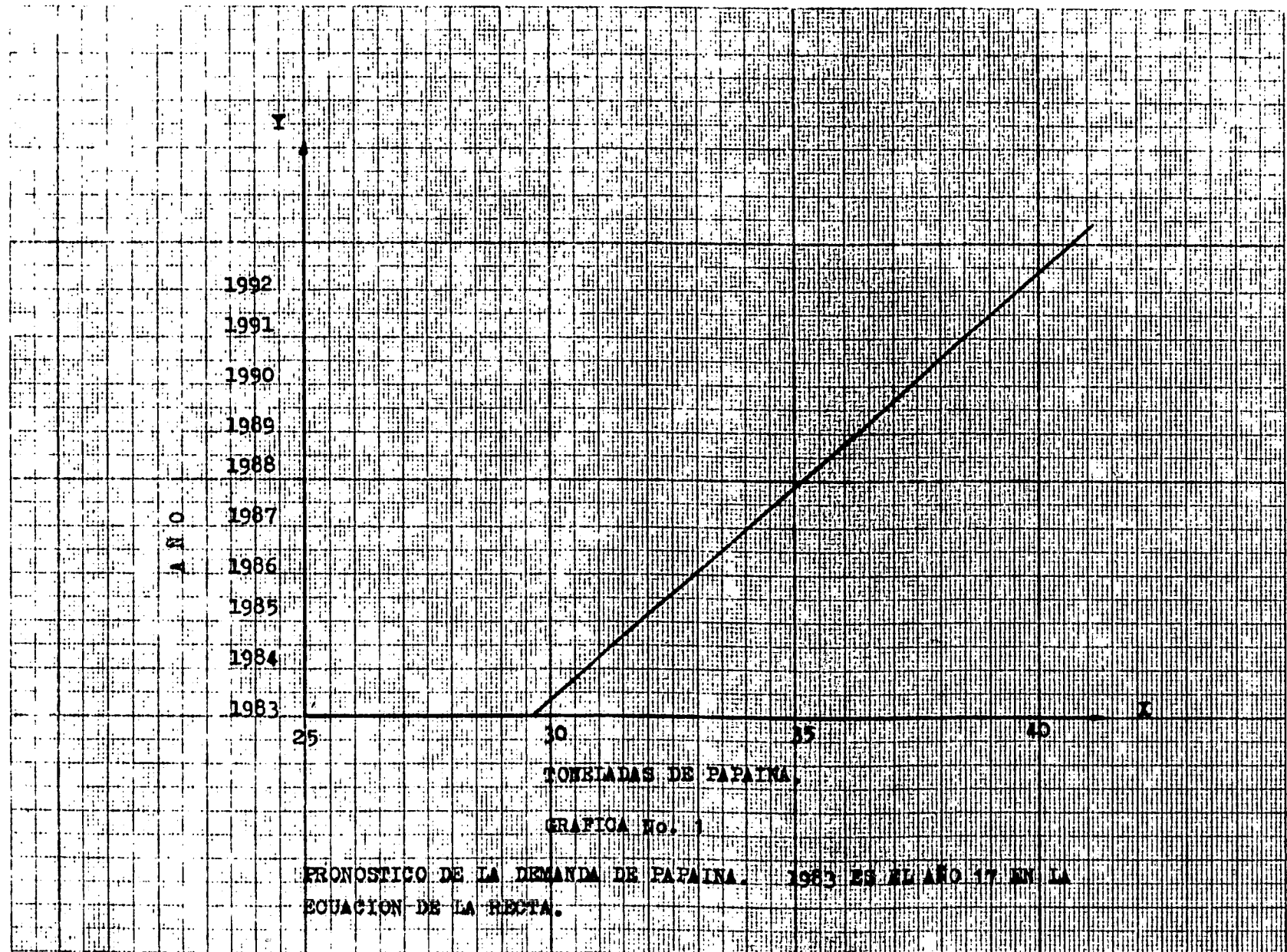
$$a = 11\ 147$$

$$b = 1\ 093$$

y la ecuación de la recta que proporciona el mejor ajuste por mínimos cuadrados es:

$$y' = 11\ 147 + 1\ 093x$$

Con esta ecuación se obtuvo la gráfica de la pag. 50.



ANALISIS DE LOCALIZACION DE LA PLANTA.

El establecimiento de una planta para el aprovechamiento integral de la papaya, así como cualquier otra del mismo género, es decir para el procesamiento de producción agrícola, implica establecer el sitio de localización, cercano a la fuente de abastecimiento de materia prima, la que en este caso corresponde a la plantación de papaya; de esta manera, se evita el traslado de fruta a grandes distancias, lo que ocasionaría altos costos en fletes y problemas en la programación de las entregas, por tratarse de un producto perecedero, por otra parte, habría pérdidas originadas en la transportación ya que se moverían volúmenes de papaya rayada (por la extracción de látex) que requieren de un manejo cuidadoso de la fruta, por su frágil consistencia.

En Territorio Nacional existen bastas Zonas de cultivo de papaya, ideales para la localización de la planta sobretudo en el Estado de Veracruz, que registra en su territorio más de la mitad de la producción Nacional.

En el cuadro de la página siguiente se da la producción nacional de papaya, para los años 1970 a 1979, en el mismo se nota que la producción ha crecido en un 114.3 %,

correspondiendo un incremento en el área de cultivo del -- 96.2 %, en el período considerado.

Por otra parte, el rendimiento de producción aumentó -- sólo el 9.3 %.

RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA.

AÑO	SUPERFICIE en Hectáreas.	RENDIMIENTO Ton./Ha.
1970	5 058	23.5
1971	5 375	22.7
1972	5 330	22.1
1973	4 917	26.2
1974	5 129	23.4
1975	5 624	22.2
1976	6 074	23.8
1977	6 100	25.0
1978	6 000	24.2
1979	6 300	27.0

Fuente: COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA de la S.A.G.

En el cuadro de la página 53 se advierte que, según -- la Comisión Nacional de Fruticultura los estados de Veracruz y Guerrero cuentan con 5 834 hectáreas en producción de --- papaya.

Cuadro # 2
PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE PAPAYA.

Entidad	Rendimiento kg./Ha.	Superficie Hectáreas.	Superficie cosechada en %	PRODUCCION en Toneladas.
Veracruz	17 360.	4 534.	53.8	78 750.
Guerrero	21 500.	1 300.	15.4	27 950.
S. L. Potosí	19 000.	340.	4.0	6 460.
Sinaloa	15 000.	390.	4.6	5 850.
Jalisco	22 000.	240.	2.9	5 280.
Colima	13 330.	300.	3.6	4 000.
Yucatán	24 000.	140.	1.7	3 330.

Fuente: Comisión Nacional de Fruticultura, S. A. G.

En cuanto a la cantidad de producción, el 54.3 %, o sea 78 750 toneladas, corresponden a Veracruz y el 19.3 %. es decir 27 950 toneladas corresponden al Estado de Guerrero.

Se pone de manifiesto que sólo en dos estados de la --- República Mexicana; Veracruz y Guerrero, cuentan con amplia disponibilidad de materia prima para la localización o instalación de la planta en proyecto, con las hectáreas y producción necesarias para disponer de la fruta y con las reservas suficientes para una ampliación futura.

Se considera que la planta en proyecto estará situada - en el Estado de Veracruz y específicamente en el Ejido Emiliano Zapata del municipio del mismo nombre, por lo siguiente:

- 1.- El Estado de Veracruz tiene la mayor producción de papaya, superando incluso al Estado de Guerrero.
- 2.- En el Ejido Emiliano Zapata, en un radio de 30 km - se localiza el 70 % de la producción total de papaya, del Estado de Veracruz, lo cual equivale a --- 55 125 toneladas aproximadamente.
- 3.- En el Ejido Emiliano Zapata, existe una asociación de productores de papaya, los cuales cuentan con - 300 hectáreas en las que se puede obtener una buena producción de papaya, dicha asociación está ---

perfectamente organizada y cuenta con cerca de 100 socios, que pueden aumentar hasta 500, pues es el número total de productores de papaya en el Ejido, también -- disponen del terreno necesario, con muy buena comunicación y servicios de infraestructura.

- 4.- El área de cultivo de papaya en el Ejido Emiliano Zapata se puede duplicar, sustituyendo algunos cultivos -- que actualmente tiene como; frijol, maíz, jitomate, -- etc.
- 5.- Por medio de investigación directa, se detectó un promedio de producción en las plantaciones del ejido de -- 36 toneladas de papaya por hectárea, que puede considerarse como real según técnicos de la Comisión Nacional de Fruticultura.
- 6.- En la zona no existen plagas que pongan en peligro la cosecha, pues se cuenta con los medios suficientes -- para proteger tanto la planta como el fruto, de cualquier enfermedad. Así mismo las plantaciones se atienden debidamente, se les realiza aceptablemente todas -- las labores de cultivo, por lo cual se logran rendimientos superiores a los promedios del Estado.
- 7.- El municipio cuenta con suficientes carreteras para -- transportar la materia prima, así, como el producto -- terminado.

CAPACIDAD DE PRODUCCION.

La naturaleza del presente proyecto, implica el aprovechamiento de 622 hectáreas con 560 111 árboles de papayo en producción en el Ejido Emiliano Zapata, en el municipio del mismo nombre, en el Estado de Veracruz, por lo tanto, la capacidad máxima de producción estará limitada por la disponibilidad real de materia prima, proporcionadas por dichas plantaciones y la mínima por la magnitud del mercado ya analizado.

Un estudio experimental de rendimiento de papaína, mediante una prueba experimental realizada en la zona de localización de la planta, con objeto de determinar el rendimiento del látex de las plantaciones y las condiciones de rayado más convenientes, se obtuvieron los siguientes resultados.

Se rayaron de 8 a 10 frutos por árbol, no obstante existe un promedio de 15 frutos por árbol al año con posibilidad de variar en la extracción del látex.

Existe un promedio de 400 árboles femeninos y 200 hermafroditas por cada hectárea. El rango de producción por fruto de planta femenina es de 220 a 350 g. de látex al año, mientras que para frutos de árbol hermafrodita es de 270 a 410 g. de látex al año.

La extracción de látex se realizó en frutos de 3 a 5 meses de vida, se efectuó a medio día durante varias horas de --

insolación sobre los frutos, lo que disminuye considerablemente el rendimiento del látex.

La prueba efectuada por los Técnicos de la Comisión -- Nacional de Fruticultura, arrojó como resultado, un rendi-- miento promedio de producción de látex por árbol de: ---- 300 g/año, mismo que servirá de base para establecer la ca-- pacidad de la planta en proyecto.

Este resultado puede usarse con toda confianza en los cálculos del proyecto, pues es el resultado de una prueba -- experimental realizada por personas de amplios conocimien-- tos; además los mismos llevan a cabo actualmente otros ex-- perimentos que se encuentran en etapa de comprobación y con-- siste en aplicar al árbol de 12 a 14 meses una sustancia -- llamada "Etril" ó ácido 2 cloro etil fosfónico en 125 ---- p.p.m., con objeto de estimular la planta y obtener un --- aumento en el rendimiento de látex de 193 %.

Para efectuar el cálculo, se procede como sigue: ---- 560 111 árboles por 300 g de látex cada uno, se obtiene --- 1 680 333 kg de látex humedo, éste látex ofrece un rendi--- miento promedio del 20 % en peso, en la obtención del látex seco, por tanto; 1 680 333 kg al 20 % es igual a 33 607 kg de látex seco; sin embargo, existe una merma del 12 % en -- la conversión, por lo que la cantidad potencial máxima de látex seco a obtener en la planta es de 29 573 kg anuales.

Un aspecto fundamental para establecer la capacidad de producción de la planta, es la actividad enzimática o número de unidades de poder desintegrador proteínico, esta actividad de la papaína puede ser determinada mediante métodos Químicos, usando tres tipos de sustratos: Sustrato Sintético, Hemoglobina y mediante Caseína, ésta última usada como medida estándar para indicar el grado de actividad de la papaína, en el mercado nacional.

Por datos proporcionados de fuentes privadas en pruebas basadas en la región, se puede establecer un promedio de activación para la papaína de la zona de objeto de explotación, de 550 unidades propias de la empresa WALLERSTEIN (sobre caseína), actividad considerada como típica para la papaína.

Así entonces, de la capacidad máxima de producción de la planta en proyecto, se sugiere aprovechar una capacidad de producción en base a la participación del mercado estimado por la planta en proyecto conforme al cuadro de la siguiente página. (pag. 59)

La capacidad de producción de la planta, necesaria para cubrir la participación que tendrá la empresa en el mercado nacional de papaína, se estableció en forma gradual ascendente, iniciando el primer año de operación con la explotación de 253 hectáreas, 227 700 árboles, con lo que -

obtendrá 12 023 kg de látex seco ó papaina de una actividad enzimática de 550 unidades Wallerstein, a partir de la cual se elaborarán los diversos tipos de papaina utilizados en el mercado nacional; con este volúmen de producción se estará aprovechando el 41 % de la capacidad instalada de la planta (dada por la producción potencial en el aprovechamiento de las 622 hectáreas en la zona de estudio).

CAPACIDAD DE PRODUCCION DE
PAPAINA.

AÑO DE OPERACION.	PLANTACION A EXPLOTAR.		(1) LATEX	(2) LATEX
	HECTAREAS	ARBOLES.	HUMEDO kg.	SECO kg.
1983	253	227 700	68 310	12 023
1984	295	265 500	79 650	14 018
1985	325	292 500	87 750	15 444
1986	357	321 750	96 525	16 988
1987	392	353 925	106 177	18 657
1988	432	389 317	116 795	20 556
1989	476	428 248	128 474	22 612
1990	479	431 076	129 322	22 760
1991	576	518 286	155 486	27 366
1992	622	560 111	168 033	29 573

- (1) La cantidad de látex húmedo se determinó en base al rendimiento conservador de 300 g por árbol; con respecto a la superficie, existen aproximadamente 900 árboles por hectárea.
- (2) La cantidad de látex seco, se determinó en base a un rendimiento del 20 %, sobre el peso del látex húmedo ó en base al rendimiento de: 54 kg por hectárea, en ambos casos se resta la merma del 12 %, que hay en la conversión de látex húmedo a seco.

A partir del segundo año de operación, la capacidad productiva se incrementará, al aumentar el mercado y a la participación de la empresa en el mismo, hasta el 10^o/₁₁ año de operación de la planta, en donde sobrepasa las hectáreas productivas aprovechables, por lo que, requerirá aumentar el equipo de producción, ya que en este caso la maquinaria o equipo principal, como lo es el secador al vacío, no será suficiente.

a) PLAN DE PRODUCCION.

De acuerdo a la cantidad de producción requerida para cubrir los porcentajes del mercado estimado que abarcará la empresa en proyecto, el plan anual de producción será el siguiente:

Primer año de producción.- Se explotarán 253 hectáreas de

cultivo de papaya ó 227 700 árboles en producción, lo que --
proporcionará 12 023 kg de látex seco, a partir del cual se --
producirán las siguientes cantidades, de cada variedad de --
papaína.

1.- PRODUCTO CERVECERO.

Los requerimientos de producción para éste son: 56 108* kg
y la actividad enzimática que requiere, es de 100 unidades --
Wallerstein (en caseína) por lo tanto, la cantidad de papaína
(látex seco) necesaria para cubrir dicha demanda es de:

$$\frac{(A)(B)}{C} = \frac{(56\ 108)(100)}{550} = 10\ 201.5\ \text{kg}$$

A= Cantidad del producto final ó consumo total.

B= Unidades de contenido enzimático, para la variedad de
papaína que se trata.

C= 550 unidades de activación enzimática. Calidad pro---
pia de la papaína obtenida.

Ambas unidades son sobre el sustrato estandar (caseína),
determinadas mediante las unidades del análisis, propio de la
empresa Wallerstein.

Se requiere de 10 201.5 kg de papaína seca obtenida en -
la planta, para cubrir los requerimientos del mercado cerve--

* Dato de la página 43.

cero, además, considerando la merma del 5 % que existe sobre el látex seco en el proceso de elaboración de esta variedad de papaña, entonces, se requieren realmente de 10 711.5 kg de látex seco.

2.- PRODUCTO USADO EN LA INDUSTRIA QUIMICO- FARMACEUTICA.

Se requiere producir 1 870*kg de papaña utilizada en éste segmento del mercado, con una activación promedio de 300 unidades Wallertein, por lo que, el látex seco para la elaboración de éste producto, para el primer año será:

$$\frac{(1 870) (300)}{550} = 1 020 \text{ kg.}$$

En el proceso de obtención de la papaña, utilizada para la elaboración de medicamentos, existe una merma del 13 % sobre el peso de látex seco, por lo que, los requerimientos reales alcanzan el orden de 1 152.6 kg de látex seco.

3.- PRODUCTO USADO EN LA INDUSTRIA ABLANDADORA DE CARNE. ---

La cantidad de venta y producción para el primer -- año de operación de la planta es de 6 234* kg de papaña con

* Datos de la página No. 43.

una actividad promedio de 10 unidades Wallerstein, por lo cual, para cubrir esta parte del mercado se requerirá de:

$$\frac{(6\ 234)(10)}{550} = 113.3$$

En el proceso de obtención de papaina utilizada como ablandador de carne, existe una merma del 5 %, sobre el peso del látex seco, por tanto, los requerimientos reales -- alcanzan el orden de 119.0 kg de látex seco.

Resumiendo los requerimientos de látex seco a elaborar en la planta, para el año de 1983, se tiene:

PAPAINA PARA LA INDUSTRIA CERVECERA ...	10 711.5 kg
PAPAINA PARA LA INDUSTRIA QUIMICO-	
FARMACEUTICA	1 152.6 kg
PAPAINA PARA LA INDUSTRIA ABLANDADORA	
DE CARNE	119.0 kg
Total	<u>11 983.1 kg</u>

Por lo tanto, aprovechando 253 hectáreas y 227 700 -- árboles en producción, se obtendrán 12 023 kg de látex seco efectivo, por lo que, se contará con suficiente materia

prima para cubrir el 41 % del mercado nacional de papaina, para el primer año de operación de la planta en proyecto.

Efectuando cálculos similares para cada año de operación de la planta, basados en las cantidades necesarias de producción, que a su vez, fueron establecidas en el programa de ventas, pag. 43, la participación de la empresa en el mercado y la tendencia al incremento del mismo, se obtiene el siguiente plan de producción anual.

PLAN DE PRODUCCION ANUAL DE PAPAINA PARA
EL CICLO 1983-1992.

AÑO DE OPERACION.	PLANTACION A EXPLOTAR.		PRODUCTO EFECTIVO DE LATEX SECO EN kg.
	HECTAREAS.	ARBOLES.	
1983	253.0	227 700.0	12 023.0
1984	295.0	265 500.0	14 018.0
1985	325.0	292 500.0	15 444.0
1986	357.0	321 750.0	16 988.0
1987	392.0	353 925.0	18 657.0
1988	432.0	389 317.0	20 556.0
1989	476.0	428 248.0	22 612.0
1990	479.0	431 076.0	22 760.0
1991	576.0	518 286.0	27 366.0
1992	622.0	560 111.0	29 573.0

PLAN DE PRODUCCION ANUAL DE PAPAINA, POR
CADA VARIEDAD, PARA EL CICLO 1983-1992.

AÑO DE OPERA- CION.	VARIEDAD Ó TIPO DE PAPAINA.			PRODUCTO
	CERVECERA EN kg.	FARMACEUTICA EN kg.	ABLANDADOR EN kg.	EFFECTIVO TOTAL, kg.
1983	10 711.5	1 152.6	119.8	11 983.1
1984	12 489.1	1 344.3	138.8	13 972.2
1985	13 760.2	1 481.1	152.9	15 394.2
1986	15 135.1	1 629.0	168.2	16 932.3
1987	16 622.7	1 788.7	184.7	18 596.1
1988	18 314.1	1 971.1	203.5	20 488.7
1989	20 146.4	2 168.4	223.8	22 538.6
1990	20 277.8	2 182.5	225.3	22 685.6
1991	24 381.9	2 623.9	271.0	27 276.8
1992	26 347.5	2 835.3	292.7	29 475.5

Es importante hacer notar, que para la elaboración - del plan de producción anterior, se tomaron las siguien-- tes consideraciones:

- 1.- Programa de ventas de la empresa.
- 2.- Participación de la empresa en el mercado.
- 3.- Cantidad de látex seco, requerida para cada va--
variedad de papaina.

4.- Requerimientos del látex seco, en base a una actividad de 500 Unidades Wallerstein para la papaína obtenida en la zona y la cantidad de papaína necesaria por producto final, con una actividad de; 100, 300, y 10 unidades, para el producto Cerveceros, Químico-Farmacéutico y ablandador de carne, respectivamente.

Para efectos del programa de producción de papaína se requiere de un programa anual en el que se consideren -- siete meses de producción, ya que el rayado de las frutas, para la extracción del látex puede realizarse entre los 3 y 5 meses de vida de éstas. El látex húmedo envasado en frascos de cristal, puede permanecer refrigerado hasta por 2 meses, con una pérdida o merma del 2 al 3% mensual, sin embargo, el almacenamiento prolongado no es recomendable y lo ideal es mantenerlo en refrigeración durante 5 días -- como máximo, por lo cual, se considera 7 meses de producción de papaína para la planta en proyecto, como se hace en el Programa anual de producción de papaína, base húmeda de la página siguiente. (pag. 67)

El proceso de secado del látex se realizará, mediante un secador al vacío, con ciclos o turnos de 15 horas, en los cuales, se mantiene la temperatura entre 40 y 45 grados centígrados, en cada ciclo se alcanza a secar, alrededor de 1200 kg de látex húmedo.

PROGRAMA ANUAL DE PAPAINA EN BASE HUMEDA.

AÑO DE OPERACION.	*CANTIDAD DE LATEX HUMEDO A SECAR EN kg.	CICLOS DE SECADO DE 15 hr c/u
1983	68 310.0	57 de 1 200 kg.
1984	79 650.0	67 de 1 189 "
1985	87 750.0	74 de 1 186 "
1986	96 525.0	81 de 1 192 "
1987	106 177.0	89 de 1 193 "
1988	116 795.0	98 de 1 192 "
1989	128 474.0	108 de 1 190 "
1990	129 322.0	108 de 1 195 "
1991	155 486.0	130 de 1 197 "
1992	168 033.0	140 de 1 200 "

*Datos del cuadro de la página No. 59.

El proceso de elaboración del producto final, se puede programar de acuerdo a la demanda de los consumidores y a la cantidad y temporada de la misma.

También, si consideramos una producción paralela y constante, entre los tres tipos o variedades de papaina, -

los 211.2 kg de papaína obtenida por ciclo de secado y considerando la merma del 12 %, en la conversión. Podemos distribuir la cantidad anterior, basados en los datos de la página 65 como sigue:

Tipo ó variedad de papaína.	Cantidad.
Industria cervecera.....	188.2 kg.
Industria Químico-Farmacéutica ..	2.1 kg.
Industria ablandadora de Carne .	20.3 kg.
	<hr/>
	210.6 kg.

Nota: La base de 1200 kg. por ciclo de secado, se tomó de acuerdo a la cantidad de látex producido por plantación, lo cual, nos da una diferencia de 0.6 kg de látex seco por ciclo, en base al consumo real por producto. Para que esta diferencia no afecte en los cálculos del equipo, éstos se basarán en el programa de ventas.

C A P I T U L O I V

BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA, CALCULO DE EQUIPO.

Tomando en cuenta la capacidad de producción que se -- determinó en el capítulo anterior y dando un margen de segu-- ridad o riesgo del 30 % al equipo, se describirá el balance de Materia y Energía, que nos permitirá calcular el equipo.

El proceso descrito, es el desarrollado en la patente-- Wallerstein Co. Inc. U.S.P. No. 2 029 971, 6-2-1935, la -- cual, desde el punto de vista económico no requiere del pa-- go de regalías y hasta la fecha no se tiene noticia de ---- que, haya sido superada dicha patente por algún otro proce-- so. El proceso se describe en el Capítulo II, página 15, y se comprende mejor por medio del diagrama de flujo de la página 101.

La base que se considera en este diseño, es de: --- 168 033 kg de Látex húmedo, que se procesará durante 7 me-- ses de operación, como producto final se obtendrá 29 573.00 kg de papáina.

1.- Tanque de almacenamiento general.

Tomando en cuenta el 30 % como margen de seguri--

dad y una capacidad de cinco días hábiles, es decir $\frac{1}{4}$ de mes.

$$M = \text{Masa} = 6\ 001.2 \text{ kg}$$

$$\rho = \text{densidad} = 1.38 \text{ kg/l}$$

de donde el volumen a manejar es de:

$$V = \text{Volumen} = \frac{M}{\rho} = \frac{6\ 001.2 \text{ kg}}{1.38 \text{ kg/l}} = 4\ 348.7 \text{ l.}$$

$$V_t = \text{Volumen total} = (4\ 348.7)(1.3) = 5\ 653.3 \text{ l.}$$

En el diseño de éste tanque, tomamos la altura igual al diámetro:

$$V_t = \left(\frac{3.1416}{4} \right) \cdot d^3 \quad \text{donde } d = \text{diámetro}$$

despejando el diámetro en ésta fórmula:

$$d^3 = \frac{V_t}{0.785} = \frac{5\ 653.3 \text{ l.}}{0.785} = 7.202 \text{ m}^3$$

$$d = (7.202 \text{ m}^3)^{1/3} = 1.931 \text{ m}$$

Entonces, el tanque de almacenamiento general tendrá:

$$\text{Diámetro} = \text{altura} = 1.93 \text{ m}$$

BALANCE DE ENERGIA

La base de cálculo para el balance de calor, está dada por la cantidad de látex húmedo a secar en cada ciclo, señalada en el Programa anual de papaina base húmeda, de la -- página 67 y es de: 1 200 kg de látex húmedo, con un 80 % - de humedad.

Para eliminar el agua contenida en el látex, usaremos la cantidad de calor, dada por la fórmula:

$$Q = M$$

$$M = \text{Masa} = 960 \text{ kg/ciclo}$$

$$\lambda = \text{Calor latente de vaporización} = 578 \text{ - kilocalorias por kilogramo.}$$

Sustituyendo en la ecuación anterior, obtenemos:

$$Q = (960 \text{ kg/ciclo})(578 \text{ Kcal/kg})$$

$$Q = 554 \ 880. \text{ Kcal/ciclo}$$

El calor necesario para calentar el látex, está dado - por la Fórmula siguiente:

$$Q = MC_p \Delta T \quad \text{donde}$$

$$M = \text{Masa} = 240 \text{ kg/ciclo}$$

$$C_p = \text{Capacidad calorífica de la papaina}$$

$$C_p = 0.915 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Sustituyendo en la ecuación, tenemos:

$$Q = (240 \text{ kg/ciclo})(0.915 \text{ Kcal/}^{\circ}\text{K})(35 \text{ }^{\circ}\text{K})$$

$$Q = 7\ 686 \text{ Kcal/ciclo}$$

El calor total será la suma de ambos:

$$Q_t = (544\ 880 + 7\ 686) \text{ Kcal/ciclo}$$

$$Q_t = 552\ 566 \text{ Kcal/ciclo}$$

Como cada ciclo consta de 15 horas.

$$Q_t = 36\ 837.7 \text{ Kcal/hr.}$$

2.- Cálculo del secador al vacío de anaqueles o bandejas.

Del cuadro de la página 59 (Capacidad de producción de papaína), tomamos como base de cálculo, la cantidad de látex húmedo a procesar en el año de 1992, que es de: -- 168 033 kg, dando para cada uno de los 7 meses, en que se encuentra trabajando la planta, la cantidad de 24 004.7 - kg.

El producto anterior nos ofrece un rendimiento de -

20 % en la obtención del látex seco sobre su peso, el cual tiene una merma por conversión del 12 %, por lo que, la -- cantidad de producto seco a obtener en cada mes es de --- 4 224.7 kg.

Para calcular el área de secado hacemos uso de la --- ecuación de FOURIER:

$$Q_t = UA\Delta T$$

$$Q_t = \text{Calor total} = 36\ 837.7 \text{ Kcal/hr}$$

U = Coeficiente total de transferencia de calor.

$$U = 49 \text{ Kcal/hrm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A = Area de secado

$$\Delta T = \text{Gradiente de temperatura} = 35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Sustituyendo valores y despejando A de la ecuación anterior, tenemos:

$$A = Q_t / U\Delta T$$

$$A = \frac{36\ 837.7 \text{ Kcal/hr}}{(49 \text{ Kcal/hrm}^2 \text{ } ^\circ\text{C})(35 \text{ } ^\circ\text{C})}$$

$$A = 21.5 \text{ m}^2$$

Por lo que, el área necesaria de secado será de: -- 21.5 metros cuadrados.

La selección de este secador de anaqueles o bandejas - con vacío, se basó en datos proporcionados por los fabricantes, cuidando que su funcionamiento no altere las propiedades del látex de papaya.

Especificaciones del Secador de Vacío:

Carga de secado = 1200 kg de látex húmedo
Densidad de la carga = 1.38 kg/l
Volumen de la carga = 869.6 l
Dimensiones de las
Bandejas o charolas = (86x115x4) cm
Volumen por bandeja = 39.56 l
No. de Bandejas = 22
Carga base seca = 240 kg

Tipo de Secador:

"Secador de anaqueles ó Bandejas con vacío"
Altura de Carga = Altura de la Bandeja = 4 cm
Espacio entre bandejas = 10 cm
Humedad inicial sobre base seca = 80 % en peso
Humedad final = 0.25 %
Temperatura del vapor de agua = 150 °C
Duración de un ciclo = 15 hr
Velocidad de Vapor = 137 m/min

3.- Cálculo del Tanque Mezclador del Producto Tino -
Industria Cervecera. (TMC)

Este tanque tiene un 30 % como margen de seguridad. Está diseñado para la capacidad que le corresponde, a -- este producto en un ciclo de secado, página 68 que es -- de: 188.2 kg de papaína seca.

Según fórmula de la página 61 hay que agregarle --- 846.9 kg de aditivos (NaCl, Miel de Fécula), para obtener una papaína de 100 unidades Wallerstein, como lo requiere la Industria Cervecera. Sumando da un total de 1 035.1 - kg, que en volumen representa:

$$V = \frac{1035.1 \text{ kg}}{1.38 \text{ kg/l}} = 750.1 \text{ L}$$

$$V_t = (750.1)(1.3) \text{ L}$$

$$V_t = 975.1 \text{ L} = 0.9751 \text{ m}^3$$

Para este tipo de tanque, los fabricantes toman la - altura igual al diámetro.

$$V_t = (3.1416/4) d^3$$

Despejando el diámetro y sustituyendo valores, encontramos el valor de: 1.08 m, por lo cual, el tanque mez--

clador de papaina Tipo Industria Cervecera, tiene el ---
diámetro igual a la altura, de 1.08 m.

En el proceso de papaina Tipo Industria Cervecera se
usan dos tanque de este volumen, uno como tanque mezcla--
dor y otro como Tanque de Almacenamiento (TAC), éste tan-
que recibe la papaina después que pasa por el Filtro Pren-
sa.

4.- Cálculo del Filtro Prensa, del proceso de papai- na Tipo Industria Cervecera. (FPC)

Determinación del área de filtración.- Las ecuacio--
nes de filtración son útiles para predecir el efecto del
cambio, en cualquier variable si se determina la constan-
te de filtración, partiendo de los datos tomados de prue-
bas experimentales con filtros de placas y marcos; con --
placas de lavados, utilizando ocho marcos de diez mm. de
espesor cada uno y una área de filtración total de 1.5 -
metros cuadrados. Siendo la diferencia de presión de --
2.1 kg/cm².

Las constantes de filtración son:

α = Resistencia específica media de
la torta, en m/kg.

C = Constante dada en m⁶/hr

θ = tiempo de filtrado

V_f = Volumen filtrado ó

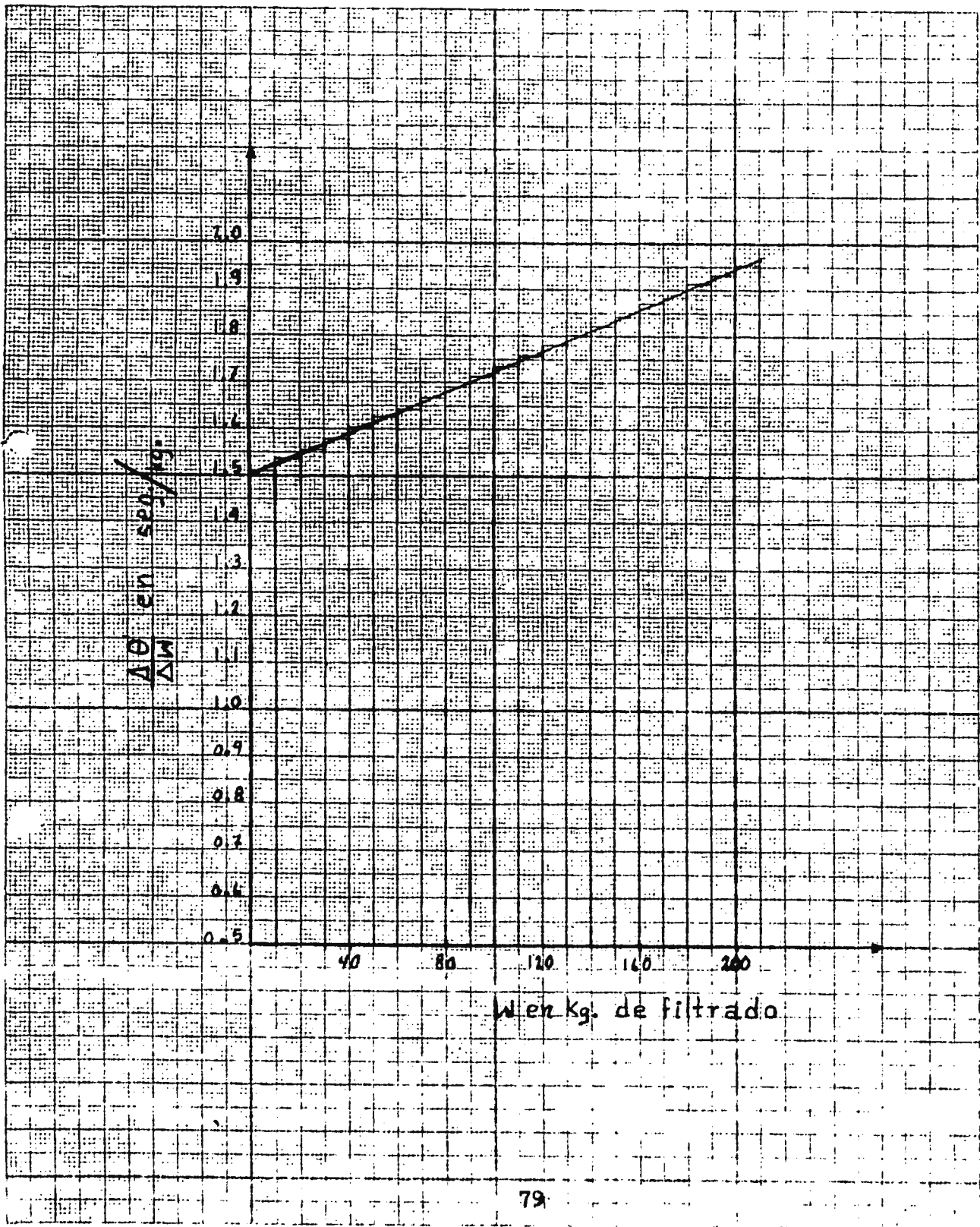
W_f que es el peso filtrado.

Datos Experimentales.

Tiempo de filtrado en segundos.	Masa de filtrado en kilogramos.
75	30
90	40
105	50
112	60
132	70
148	80
166	90
182	100
198	110
215	120
230	130
247	140
265	150
282	160
300	170
316	180
335	190
356	200
377	210
402	220

Diferencia de los datos experimentales.

θ , seg.	w, kg.	$\Delta \theta'$	Δw	$\Delta \theta' / \Delta w$	$\Delta \theta' / \Delta w$ ajustada.
0	0	75	30	2.5	1.522
75	30	15	10	1.5	1.568
90	40	15	10	1.5	1.590
105	50	7	10	0.7	1.613
112	60	20	10	2.0	1.636
132	70	16	10	1.6	1.658
148	80	18	10	1.8	1.681
166	90	16	10	1.6	1.704
182	100	16	10	1.6	1.727
198	110	17	10	1.7	1.749
215	120	15	10	1.5	1.772
230	130	17	10	1.7	1.795
247	140	18	10	1.8	1.818
265	150	17	10	1.7	1.840
282	160	18	10	1.8	1.863
300	170	16	10	1.6	1.886
316	180	19	10	1.9	1.908
335	190	21	10	2.1	1.931
356	200	21	10	2.1	1.954
377	210	25	10	2.5	1.976



Usando las ecuaciones de Carman-Koseny, encontramos las constantes de filtración.

La pendiente de la recta de la gráfica, de la página 79 es:

$$m = \frac{1.974 - 1.525}{200 - 10} = 2.36 \times 10^{-3}$$

La ecuación de filtración es:

$$(W + W_f)^2 = C \rho^2 (\theta' - \theta'_f)$$

Si diferenciamos esta ecuación obtenemos la Ec. # 1.

$$\frac{d\theta'}{dW} = \frac{2W}{C \rho^2} + \frac{2 W_f}{C \rho^2} \quad \text{Ec. \# 1}$$

La pendiente de la recta es:

$$\frac{2}{C \rho^2} = 0.002363 \text{ seg/kg}^2$$

de donde podemos encontrar el valor de la constante C y con este valor encontrar W_f .

$$C = \frac{(2)(3600 \text{ seg/hr})}{(0.002363 \text{ seg/kg}^2)(1380 \text{ kg/m}^3)}$$

$$C = 1.6 \text{ m}^6/\text{hr}$$

La intersección u ordenada en el origen está dada por:

$$\frac{2W_f}{C^2} = 1.5$$

$$W_f = \frac{(1.5 \text{ seg/kg})(1.6 \text{ m}^6/\text{hr})(1380 \text{ kg/m}^3)^2}{(2)(3600 \text{ seg/hr})}$$

$$W_f = 634.8 \text{ kg}$$

$$V_f = \frac{634.8 \text{ kg}}{1380 \text{ kg/m}^3} = 0.46 \text{ m}^3$$

Utilizando la ecuación # 1 y el valor de la pendiente

$$\frac{3600}{C^2} = 0.0011815$$

$$\theta'_f = 0.0011815 (W + W_f)^2 - \theta'$$

De los datos experimentales de la tabla, tenemos que para $W = 30 \text{ kg}$, $\theta = 75 \text{ seg}$; sustituyendo tenemos:

$$\theta'_f = 0.0011815 (30 + 634.4)^2 - 75$$

$$\theta'_f = 430.5 \text{ seg} = 7.175 \text{ min} = .12 \text{ hr}$$

Para encontrar el valor de α usamos el dato de la - página 75 que es el volumen a filtrar de 0.9751 m^3 .

$$\alpha = \frac{C V^6}{10^{-10}} \quad \text{donde } \mu = 5 \text{ centipoise}$$

$$\alpha = \frac{(1.6 \text{ m}^6/\text{hr}) (0.9751 \text{ m}^3)^2}{(10^{-8}) (18 \text{ kg/hr m})}$$

$$\alpha = 8.45 \times 10^8 \text{ m/kg}$$

El área de filtración está dada por:

$$A^2 = \frac{\alpha \rho C \mu}{2g_c \Delta P}$$

Donde $\Delta P = \text{Diferencia de presión} = 2.1 \text{ kg/cm}^2$

$$A^2 = \frac{(8.45 \times 10^8 \text{ m/kg})(1380 \text{ kg/m}^3)(1.6 \text{ m}^6/\text{hr})(18 \text{ kg/hr m})}{(2)(127 \times 10^6 \text{ m kg/kg hr}^2)(2.1 \times 10^4 \text{ kg/m}^2)}$$

$$A^2 = 6.296 \text{ m}^4$$

$$A = 2.509 \text{ m}^2 = 27.0 \text{ ft}^2$$

5.- Cálculo del Tanque de Disolución, del Proceso de Papaína Tipo Uso Industria Químico-Farmacéutica-e Industria Ablandadora de Carne.

Este tanque tendrá un 30 % como margen de seguridad, está calculado para un día de producción, el cual, es de 22.4 kg de papaína seca, además, este tanque lleva acoplado un agitador mecánico con el fin de facilitar la disolución.

En dicho tanque se lleva a cabo la purificación, para lo cual, un volumen de papaína se disuelve agregando una cantidad de agua igual a 11 volúmenes y se precipita agregando una cantidad de alcohol igual a 3 volúmenes.

$$V = \frac{22.4 \text{ kg}}{1.38 \text{ kg/l}} = 16.23 \text{ l}$$

Volumen agregado = (16.23 l.)(15) = 243.5 litros

$V_t = \text{Volumen total} = 243.5 (1.3) l = 316.5 l.$

$V_t = 0.3165 m^3$

Como en el caso de los tanques para el proceso de pa-
paña Tipo uso Cervecerero, se tomará la altura igual al --
diámetro. Por lo que, usamos la Fórmula siguiente:

$$V_t = (3.1416/4)(d^3)$$

$$d = \text{diámetro} = (0.3165 m^3 / 0.785)^{1/3}$$

$$d = (0.407)^{1/3} m = 0.74 m$$

Tanto el tanque de disolución (TDQFA), como el tan--
que de precipitado (TPQFA), llevan acoplado un agitador -
mecánico y tienen las mismas dimensiones:

$$\text{Volumen} = 0.3165 m^3$$

Diámetro = altura = 74 cm.

6.- Cálculo del filtro prensa para el proceso de papaina tipo uso Industria Químico-Farmacéutica e Industria ablandadora de carne, (FPQFA)

Basándose en los cálculos experimentales del filtro prensa para el proceso de papaina Tipo Uso Cervecerero y tomando en cuenta que lo único que varia es el volumen a filtrar, tenemos:

$$V_t = 316.5 \text{ l.}$$

$$C = 1.6 \text{ m}^6/\text{hr}$$

$$\theta_f = 0.12 \text{ hr}$$

$$\Delta P = 2.1 \text{ kg/m}^2$$

Usando estos valores, calculamos la resistencia-específica media de la torta, α y el área necesaria para este filtro.

$$\alpha = \frac{CV_t^6}{10^{-10}}$$

$$\alpha = \frac{(1.6 \text{ m}^6/\text{hr})(0.3165 \text{ m}^3)^2}{(10^{-3})(18 \text{ kg/hr m})}$$

$$\infty = 8.9 \times 10^7 \text{ m/kg}$$

$$A^2 = \frac{\alpha P C}{2 \epsilon_c \Delta P}$$

$$A^2 = \frac{(8.9 \times 10^7 \text{ m/kg})(1380 \text{ kg/m}^3)(1.6 \text{ m}^6/\text{hr})(18 \text{ kg/hrm})}{(2)(127 \times 10^6 \text{ m kg/kg.hr}^2)(2.1 \times 10^4 \text{ kg/m}^2)}$$

$$A^2 = 0.663 \text{ m}^4$$

$$A = 0.8143 \text{ m}^2 = 8.8 \text{ ft}^2$$

7.- Cálculo del Secador al Vacío con Anaqueles o Ban-
dejas para el proceso de Papaina Tipo uso ----
Industria Químico-Farmacéutica e Industria Ablan-
dadora de Carne. (SVQFA)

Se toma como base de cálculo 112 kg/ciclo de pro-
ducto a secar, con un 80 % de humedad, el ciclo de secado
es de 15 hr. y trabajará conforme a las especificaciones
del secador, (SV-1)

Balance de Calor:

Calor necesario para eliminar el agua; La hume-
dad del producto consta de, 60 % de agua y 20 % de alcohol

Para encontrar el calor necesario que elimine el --
agua, usamos la siguiente fórmula:

$$Q = M\lambda_v$$

$$\lambda_v = 578.3 \text{ Kcal/kg} = \text{Calor latente de vaporización}$$

$$M = 67.2 \text{ kg/ciclo} = \text{Masa o peso del agua}$$

Sustituyendo valores en la ecuación, tenemos:

$$Q = (67.2 \text{ kg/ciclo})(578.3 \text{ Kcal/kg})$$

$$Q = 38\ 861.8 \text{ Kcal/ciclo}$$

El calor necesario para calentar el látex, está dado por la fórmula:

$$Q = MC_p\Delta T$$

$$M = \text{Masa} = 22.4 \text{ kg/ciclo}$$

$$C_p = \text{Capacidad calorífica} = 0.915 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 35^\circ\text{C}$$

Sustituyendo valores en la ecuación:

$$Q = (22.4 \text{ kg})(0.915 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C})(35^\circ\text{C})$$

$$Q = 717.4 \text{ Kcal/ciclo}$$

El calor necesario para eliminar el alcohol, lo encontramos por medio de la Fórmula:

$$Q = M v$$

$$M = \text{Masa o peso del alcohol} = 22.4 \text{ kg}$$

$$v = \text{Calor latente de vaporización del alcohol a } 35^\circ\text{C}$$

Sustituyendo valores en la ecuación, tenemos:

$$Q = (22.4 \text{ kg})(216.5 \text{ Kcal/kg})$$

$$Q = 4\,849.6 \text{ Kcal/ciclo}$$

Sumando los tres valores anteriores, encontramos el calor total.

$$Q_t = (38\,861.8 + 717.4 + 4\,849.6) \text{ Kcal/ciclo}$$

$$Q_t = 44\,428.8 \text{ Kcal/ciclo} = 2\,961.92 \text{ Kcal/hr}$$

Con la ecuación de Fourier, que dice $Q_t = UA\Delta T$, encontramos el área de secado.

$$\text{Area de secado} = A = \frac{Q_t}{U T}$$

$$U = 49 \text{ Kcal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$A = \frac{2961.92 \text{ Kcal/hr}}{(49 \text{ Kcal/hr.m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})(35^\circ\text{C})}$$

Especificaciones del Secador (SVQFA):

Carga a secar por cada ciclo = 112 kg.

Densidad de la carga = 1.38 kg/l.

Volumen de la carga = $112/1.38 = 81.2$ l.

Dimensiones de las Bandejas: (86 x 40 x 2) cm.

Volumen por bandeja = 6.9 l.

Cantidad o número de bandejas = 12

Tipo de Secador:

"Secador de anaqueles o Bandejas con Vacío"

Capacidad de Secado = 1.5 kg/hr de producto base seca

Altura de carga = 2 cm.

Espacio entre Bandejas = 10 cm.

Humedad inicial = 80 %

Humedad Final = 0.25 %

Temperatura de vapor de Agua = 115 °C

Carga = 27.13 kg de producto húmedo por metro cuadrado.

Duración del ciclo = 15 hr.

Velocidad de vapor = 137 m/min

Diseño del GENERADOR DE VAPOR o CALDERA

La base de cálculo para el generador de calor será el calor total.

$$Q_t = 40\ 000 \text{ Kcal/hr.}$$

Si, $Q_t = W H$ donde; W = vapor generado en kg/hr y
 H = Entalpía específica.

Como W no lo conocemos, se tiene que calcular.

La presión de operación de la caldera es de 4.5 kg/cm² de presión manométrica, donde:

Presión absoluta = Presión manométrica + Presión del lugar.

$$P_a = (4.5 + 1.03) \text{ kg/cm}^2$$

$$P_a = 5.53 \text{ kg/cm}^2$$

A esta presión, la entalpía específica del vapor es:

$$H_v = 1188 \text{ Btu/lb} = 660 \text{ Kcal/kg}$$

a una temperatura $t_i = 160^\circ \text{C}$

H_1 = Entalpía específica de condensado es:

$$H_1 = 168 \text{ Btu/lb} = 93.4 \text{ Kcal/kg}$$

A una temperatura, $t_c = 93.4^\circ \text{C}$.

$$\Delta H = (660 - 93.4) \text{ Kcal/kg} = 566.6 \text{ Kcal/kg}$$

La calidad del vapor es del 98 %, por lo cual.

$$\Delta H = (566.6)(0.98) \text{ Kcal/kg}$$

$$\Delta H = 555.3 \text{ Kcal/kg}$$

Sustituyendo valores, encontramos W .

$$W = \frac{40\,000 \text{ Kcal/hr}}{555.3 \text{ Kcal/kg}} = 72.3 \text{ Kg vapor/hr}$$

$$W = 72.3 \text{ kg vapor/hr}$$

Algunos fabricantes de calderas aún usan el caballo de caldera, el cual equivale a 15 kg vapor/hr.

$$\text{Caballos de caldera} = \frac{72.3 \text{ kg/hr}}{15 \frac{\text{kg/hr}}{\text{c.c.}}} = 4.82$$

Tipo de combustible:

La caldera esta diseñada para trabajar con dos tipos de combustible; Diesel y Gas natural, sin embargo el primero es el que se usará en este proyecto, el poder calorífico de c/u es:

$$\text{Gas natural} = 8\,759 \text{ Kcal/m}^3$$

$$\text{Diesel Centrifugado} = 10\,138 \text{ Kcal/kg}$$

$$\text{Empleando la Ecuación : } Q_H = \frac{Q}{\eta}$$

$$Q_H = \text{Calor cedido por el combustible en Kcal/hr}$$

$$Q = \text{Calor cedido al vapor en la caldera, en Kcal/hr}$$

$$\eta = \text{Eficiencia de la caldera} = 70 \%$$

$$Q_H = \frac{40\,000 \text{ Kcal/hr}}{0.70} = 57\,143 \text{ Kcal/hr}$$

Consumo del Combustible. Para calcular el consumo de combustible de la caldera, emplearemos la fórmula siguiente:

$$C = \frac{Q_H}{Pc.c.}$$

C = consumo de combustible en kg/hr, ó m^3/hr

Q_H = Calor cedido por el combustible, en Kcal/kg.

$Pc.c.$ = Poder calorífico del combustible, en Kcal/kg,
ó Kcal/ m^3

Para el Diesel, tenemos:

$$C_d = \frac{57\ 143\ Kcal/hr}{10\ 138\ Kcal/kg} = 5.64\ kg/hr$$

Para el Gas natural, tenemos:

$$C_g = \frac{57\ 143\ Kcal/hr}{8\ 759\ Kcal/m^3} = 6.52\ m^3/hr$$

El consumo de Diesel en litros es:

Como el diesel tiene una densidad de 0.86 kg/l, entonces.

$$C_d = \frac{5.64\ kg/hr}{0.86\ kg/l} = 6.6\ litros/hr = 1.7\ gal/hr$$

Especificaciones del Generador de Vapor:

Capacidad evaporativa	72 Kg/hr
Caballos de caldera	5
Combustible	Diesel Centrifugado
Presión de Diseño	10 kg/cm ²
Presión de operación	4.5 kg/cm ²
Tipo de Caldera	Vertical tubos de Humo.
Tipo de operación	Automática

ADITAMENTOS:

- Quemador de Diesel, de 1 a 5 gal/hr, Tiro Forzado.
- Control de Nivel, Mc. Donnell Miller
- Control de Presión, Honeywell
- Control Fireye, para falla de flama tipo 26RJ.
- Válvula de Seguridad, Calibrada a 6 kg/cm²
- Válvula de descarga, de vapor tipo compuerta.
- Válvula Check, para la inyección de agua.
- Chimenea de diámetro apropiado.
- Bomba de inyección de agua, Sentinel.
- Tanque de retorno de agua.

Cálculo de las Bombas.

Cálculo de la carga Hidrostática y Potencia requerida. Se desea bombear solución de papaina, a una temperatura de 25 °C, la densidad de la solución se considera de 1.38 kg/l, con un gasto de 48 l/min, por medio de una tubería, de cédula 40, de 1.5 in y 1 in de diámetro nominal, para la succión y descarga respectivamente.

Para este caso la presión de succión, es igual a la atmosférica (1 atm) y la presión de descarga, es de 2.1 kg/cm², la altura de descarga es de 1.08 m.

La longitud total de la línea es de 15 m, el dato proporcionado por el fabricante de la eficiencia de las bombas Jacuzzi, es del 70 %.

Cuando se aplica el principio de conservación de la energía al flujo de fluidos, resulta la ecuación denominada TEOREMA DE BERNOULLI y es el siguiente:

$$X_a + \frac{v_a^2}{2g_c} + \frac{P_a}{\rho_a} + w - F = X_b + \frac{v^2}{2g_c} + \frac{P_b}{\rho_b}$$

Para nuestro sistema el punto **a** se refiere a la succión y el punto **b** a la descarga de la bomba respectivamente.

Datos de la succión:

$$D_a = 1.5 \text{ in}$$

$$D_{ai} = 1.610 \text{ in} = 4.0894 \times 10^{-2}$$

$$S_a = 2.036 \text{ in}^2 = 1.3134 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$P_a = 760 \text{ mm de Hg} = 10\,033 \text{ kg/m}^2$$

$$X_a = 0$$

$$q_a = 48 \text{ l/min} = 8.0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$g_c = 9.8 \text{ kg.m/kg.seg}^2$$

$$V_a = 0$$

Datos de la descarga:

$$D_b = 1 \text{ in}$$

$$D_{bi} = 1.049 \text{ in} = 2.664 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$S_b = 0.864 \text{ in}^2 = 5.5742 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$P_b = 21\,000 \text{ kg/m}^2$$

$$X_b = 1.08 \text{ m}$$

$$q_b = q_a = 8.0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$V_b = \frac{8.0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg}}{5.5742 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 1.4352 \text{ m/seg}$$

$$\rho = 1.38 \text{ g/cm}^3 = 1380 \text{ kg/m}^3$$

Accesorios en la succión	$\frac{L}{D}$	Longitud equivalente.
1 válvula de Compuerta.	13	0.5 m
2 codos de 90°	30	2.5 m
1 tramo de tubería		3.0 m
		<hr/> 6.0 m

Accesorios en la Descarga	$\frac{L}{D}$	Longitud equivalente.
1 válvula de compuerta	13	0.4 m
4 codos de 90°	30	3.2 m
1 tramo de tubería		8.0 m
		<hr/> 11.6 m

El $\frac{L}{D}$ equivalente de cada uno de los accesorios, se tomó de la página A-30 de las Tablas Crane Flow of Fluids.

Para encontrar el factor de fricción se calcula el --- número de Reynolds = $\frac{DV}{\mu}$, donde $\mu = 5$ centipoises.

$$Re_a = \frac{(0.040894 \text{ m}) \left(\frac{8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg}}{0.0013134 \text{ m}^2} \right) (1380 \text{ kg/m}^3)}{0.005 \text{ kg/seg.m}}$$

$$Re_a = 6875.0$$

$$Re_b = \frac{(0.02664 \text{ m})(1.4352 \text{ m/seg})(1380 \text{ kg/m}^3)}{0.005 \text{ kg/seg.m}}$$

$$Re_b = 10\,553$$

Con el número de Reynolds y la gráfica de la página -- 5.22 Chemical Engineers' Handbook, Robert H. Perry, quinta Edición, tenemos que para:

$$Re_a = 6\,785 \quad f = 0.009 \quad \text{donde } f = \frac{\Delta P}{\left(\frac{L}{D}\right) \left(\frac{v^2}{2g_c}\right)}$$

$$\Delta P_a = \frac{(2)(0.009)(6 \text{ m})(0.609 \text{ m/seg})^2}{(0.040894 \text{ m})(9.8 \text{ kg.m/kg.seg}^2)}$$

$$\Delta P_a = 0.1 \text{ m}$$

$$\text{Para } Re_b = 10\,553 \quad f = 0.008$$

$$\Delta P_b = \frac{(2)(0.008)(11.6 \text{ m})(1.4352 \text{ m/seg})^2}{(0.02664 \text{ m})(9.8 \text{ kg.m/kg.seg}^2)}$$

$$\Delta P_b = 1.46 \text{ m}$$

$$F = (0.1 + 1.46)m = 1.56 \text{ m}$$

A continuación se resumen los términos de la ecuación de Bernoulli.

$$X_a = 0$$

$$V_a = 0$$

$$\frac{P_a}{\rho} = \frac{10\,033 \text{ kg/m}^2}{1\,380 \text{ kg/m}^3} = 7.27 \text{ m}$$

$$X_b = 1.08 \text{ m}$$

$$\frac{v^2}{2gc} = \frac{(1.435 \text{ m/seg})^2}{(2)(9.8 \text{ kg.m/kg. seg}^2)} = 0.07 \text{ m}$$

$$\frac{P_b}{\rho} = \frac{21\,000 \text{ kg/m}^2}{1\,380 \text{ kg/m}^3} = 15.2 \text{ m}$$

$$F = 1.56 \text{ m}$$

Usando estos términos, encontramos la carga Hidrostática de la bomba "W", al sustituirlos en la ecuación de Bernoulli.

$$7.27\text{ m} - 1.56\text{ m} + w = 1.08\text{ m} + 0.07\text{ m} + 15.2\text{ m}$$

$$W = 20.64\text{ m}$$

Cálculo de la potencia requerida :

$$P = \frac{q W}{N(75)}$$

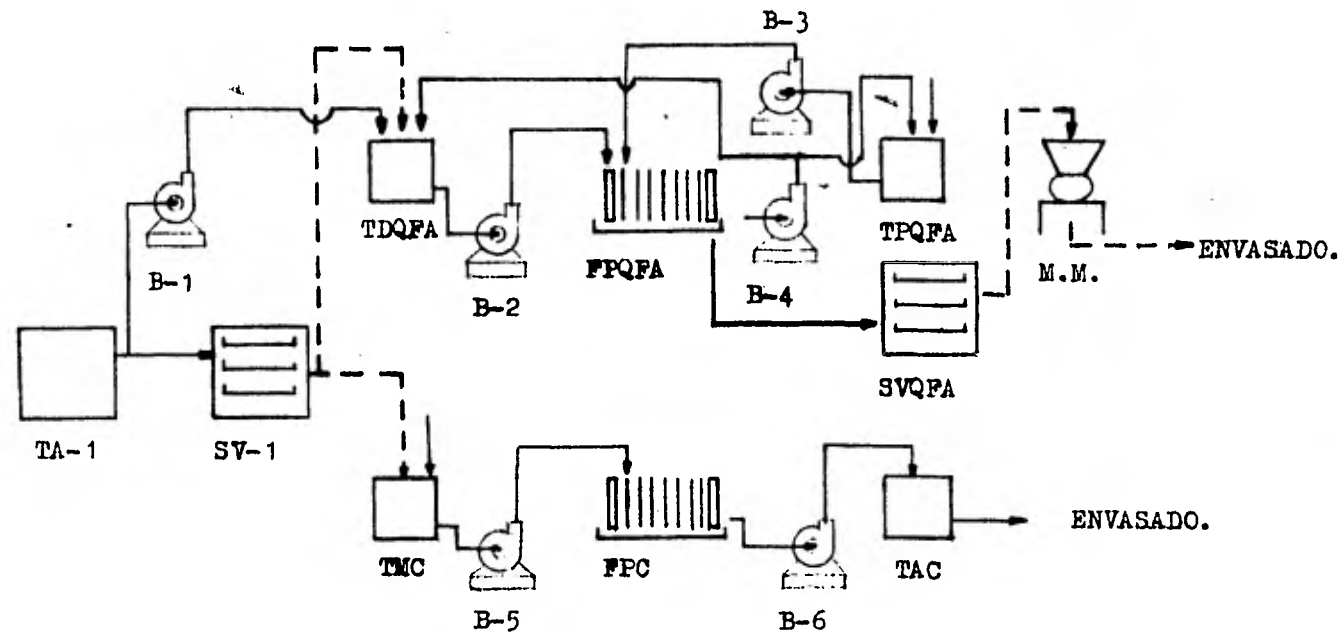
N = Eficiencia de la bomba, dato proporcionado por el fabricante = 70 %

Como un HP = 75 kgm/seg, Entonces:

$$P = \frac{(8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg})(1380 \text{ kg/m}^3)(20.64\text{m})}{(0.7)(75 \frac{\text{kg.m/seg}}{\text{HP}})}$$

$$P = 0.434 \text{ HP}$$

Por tanto esta bomba es de 0.5 HP, pues es lo más --- aproximado, que existe en el mercado.



---LINEA DE SOLIDOS.
 ———LINEA DE LIQUIDOS PESADOS.
 ———LINEA DE LIQUIDOS.

U. N. A. M.
 FACULTAD DE QUIMICA.
 DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA PLAN
 TA PRODUCTORA DE PAPAINA.
 TESIS PROFESIONAL.
 DIBUJO: R. MONROY GLEZ.

C A P I T U L O V

INVERSION TOTAL PROYECTADA.

a) Costo de Equipo y Maquinaria.

El costo de Equipo y Maquinaria, se obtuvo por cotización directa con los fabricantes. Los costos están referidos al precio del equipo vigente en diciembre de 1981 e incluye impuestos.

Tanque de Almacenamiento (TA-1).

Material de fabricación:

Resina poliéster reforzada con fibra de vidrio, en formulación LAP1, FRP.

Dimensiones:

Volumen: 5 654.0 l.

Diámetro: 1.93 m.

Altura: 1.93 m.

Tanque cilíndrico vertical con fondo plano, con tapa y salida interior bridada.

Costo total \$ 23 250.00

Cotizado por: LAPSOLITE, S. A.

Secador con Vacío de Anaqueles o Bandejas (SV-1).

Material de construcción:

Acero Inoxidable Tipo 304, para las charolas.

No. de Bandejas: 22 de (86 x 115 x 4)cm.

Espacio entre bandejas: 10 cm.

Costo Total = \$220 850.00

Cotizado por: BICOR DISEÑO CIENTIFICO, S. A. de C.V.

Tanque mezclador del proceso de Papaína Tipo Uso Industria Cervecera, (TM-C).

Material de Fabricación:

Resina Poliéster reforzada con fibra de vidrio, en formulación, LAP1, FRP.

Dimensiones:

Volumen: 750 l.

Diámetro: 1.08 m.

Altura: 1.08 m.

Tanque cilíndrico vertical con fondo plano, con tapa y salida inferior bridada.

Costo total = \$ 4 300.00

Cotizado por: LAPSOLITE, S. A.

Filtro Prensa, (FP-C) y (FPQFA).

Filtro prensa Marca: LENSER.

Volumen a filtrar: 750.0 l

Tiempo de filtrado: 15 min

No. de Marcos: 15 de 45 cm x 45 cm

No. de Placas: 14 de 45 cm x 45 cm

Espesor de Marcos; 35 mm

Area de filtrado: 3 m²

Tipo de Cierre: Manual

Material de Placas y Marcos: Polipropileno Gris.

Medio Filtrante: Lona

Esqueleto de Acero al Carbon y Placa soldada.

Costo Total: \$ 209 000.00

Cotizado por: FILTRACION, S. A.

Tanque de disolución, del Proceso de Papaína Tipo Uso -
Industria Químico-Farmacéutica e Industria Ablandadora-
de Carne, (TDQFA).

Material de Fabricación:

Resina poliéster reforzada con fibra de vidrio, en for-
mulación LAP1, FRP.

Dimensiones:

Volumen = 316.5 l

Diámetro = 74 cm

Altura = 74 cm

Tanque cilíndrico vertical con fondo plano, Tapa y sali-
da inferior bridada.

Costo Total: \$ 3 550.00

Cotizado por: LAPSOLITE, S. A.

Secador de vacío de anaqueles o bandejas, del Proceso de
Papaína Tipo uso Industria Químico-Farmacéutica y Ablandadora-
de Carne.

Material de Construcción: Acero Inoxidable Tipo 304 para
las charolas.

No. de Bandejas: 12

Costo Total : \$ 150 000.00

Cotizado Por: BICOR DISEÑO CIENTIFICO, S. A.

Generador de Vapor.

Caldera Tipo Vertical tubos de humo.

Capacidad: 72 kg de vapor por hora.

Combustible usado: Diesel

Presión de Diseño: 10 kg/cm²

Presión de Operación: 4.5 kg/cm²

Aditamentos:

Quemador de Diesel de 1 a 5 Gal/hr, Tiro Forzado.

Control de Nivel Mc Donnell Miller.

Control de Presión, Honeywell

Control para falla de flama, Fireye tipo 26 RJ.

Válvula de Seguridad Calibrada a 6 kg/cm²

Válvula de Compuerta para la Descarga.

Válvula Check en la línea de Inyección del agua.

Chimenea de diámetro apropiado.

Bomba de inyección de agua, Marca Sentinel.

Tanque de retorno de agua.

Costo Total: \$ 105 660.00

Cotizado por: ELECTROMECHANICA INDUSTRIAL, S. A.

Bombas Centrifugas.

Marca: Jacuzzi

Material de Construcción: Acero Inoxidable (impulsor).

Diámetro de Succión: 1.5 in

Diámetro de descarga: 1 in

Motor: 1/2 H.P, trifásico, 60 ciclos, 3 450 r.p.m.

Costo Total: \$ 3 550.00 c/u

Cotizado por: JACUZZI- UNIVERSAL, S. A.

Molino de Martillos (M-M).

Molino Marca Pulver.

Material de construcción: Acero Inoxidable, tipo 304,
para la maza y martillos.

Motor: trifásico de 3 HP

Capacidad de Molienda: hasta 500 kg/hr

Costo Total: \$ 180 000.00

Cotizado por: MOLIENDAS Y MEZCLAS, S. A.

Agitador.

Agitador: Marca Nettco.

Modelo: NPS-075

Tipo de Montaje: Brida o Pinza

Transmisión: Tipo Directo

Vel. Salida de 1750 RPM.

Flecha: Material SS- 316

Diámetro de 3/4

Impulsor: Material SS-316

Tipo propela marina de 3 aspas.

Potencia 3/4 H.P.

Voltaje 220/440 volts.

Frecuencia 60 hz.

Costo: \$ 25 020.00

Cotizado por: NETTCO DE MEXICO, S. A.

Resumen del Costo de Equipo y Maquinaria.

Equipo:	Costo en Pesos M.N.
Tanque de Almacenamiento (TA-1)	23 250.00
Secador al vacío de anaqueles (SV-1)	220 850.00
Generador de vapor, tipo vertical	105 650.00
Cámara refrigerante	99 495.00
Agitadores (dos de \$ 25 020.00 c/u).....	50 040.00
6 Bombas de 1/2 HP, de 3 550.00 c/u	21 300.00
Los tres equipos siguientes, son para el - proceso de papáina Tipo Uso Industria ---	
Cervecera:	
Tanque Mezclador (TM-C)	4 300.00
Tanque Receptor (TR-C)	4 300.00
Filtro Prensa (FP-C)	209 000.00
Los siguientes cinco Equipos son para el - proceso de papáina Tipo Uso Industria --- Químico-Farmacéutica e Industria -----	
Ablandadora de Carne:	

Filtro Prensa (FPQFA).	209 000.00
Tanque de Disolución (TDQFA).	3 550.00
Tanque de Precipitado (TPQFA).	3 550.00
Secador al vacío de Anaqueles o Bandejas.	150 000.00
Molino de Martillos (MM)	<u>180 000.00</u>
Total	1 284 285.00

b) Costo de instalación del Equipo y Maquinaria.

La estimación del costo de instalación del equipo, se basa en un porcentaje asignado al costo de adquisición de las diferentes clases de equipo. (Peters, Plan Design & Economics for Chemical Engineering.)

En la página siguiente se hace un cuadro para -- los costos de instalación del Equipo.

Costo de instalación del Equipo.

Tipo de Equipo	% Asignado	Costo de instalación.
Bombas	30 %	6 390.00
Tanques	30 %	11 685.00
Agitadores	35 %	17 514.00
Filtros	35 %	146 300.00
Generador de Vapor	20 %	21 130.00
Secadores	60 %	222 510.00
Molino	10 %	18 000.00
Cámara refrigerante	15 %	14 924.00
		Total \$ 458 453.00

Los costos anotados a continuación, se estiman como un porcentaje de la inversión en Equipo y Maquinaria (a).

c) Costo de instrumentación instalada.

% Asignado a (a)	Costo.
15 %	\$ 192 643.00

d) Costo de tubería instalada.

% asignado a (a)	Costo.
25 %	\$ 321 071.00

e) Costo de Servicios (acondicionamiento).

% asignado a (a)	Costo.
5 %	\$ 64 214.00

f) Costo de Equipo eléctrico instalado.

% asignado a (a)	Costo.
20 %	\$ 256 857.00

g) Costo de ingeniería diseño y supervisión.

% asignado a (a)	Costo.
15 %	\$ 192 643.00

h) Contingencias.

% asignado a (a)	Costo.
10 %	\$ 128 429.00

i) Costo del Terreno y Acondicionamiento.

Area 1 200 m²

Costo del terreno: 100 \$/m²

Costo de acondicionamiento: 110. 00 \$/m²

Costo Total..... \$ 252 000.00

j) Costo de edificios.

150 m ² de oficinas	\$	500 000.00
36 m ² de Laboratorio	\$	252 000.00
500 m ² de fábrica	\$	1 250 000.00
Ingeniería Civil	\$	<u>330 000.00</u>
Total ...	\$	2 332 000.00

INVERSION TOTAL PROYECTADA

	\$	5 482 595.00
--	----	--------------

Crédito refaccionario

	\$	1 000 000.00
--	----	--------------

Capital propio

	\$	4 482 595.00
--	----	--------------

CAPITAL DE TRABAJO.

El capital de trabajo de una planta industrial consis
te en la cantidad de dinero invertido en:

- Inventario de materia prima, producto en proceso y producto terminado.
- Cuentas por cobrar.
- Efectivo de operación (entre 1 y 2 meses de costo de operación). Que constituye el activo circulante - a lo que debe restarse:

- Cuentas por pagar.
- Préstamos a corto plazo, que corresponde al pasivo - circulante.

Para la finalidad de nuestro estudio será suficiente - considerar el capital de trabajo, como un porcentaje de la inversión total proyectada.

Dicho porcentaje varía dependiendo del tipo de indus-- tria que se trate, pudiendo elevarse hasta un 50 % en el -- caso de productos de demanda estacional.

Inversión total Proyectada.	% asignado	Capital de Trabajo.
\$ 5 482 595.00	25 %	\$ 1 370 649.00

Determinación del costo de producción.

Para esta determinación, dividiremos nuestros costos - en: Costos Fijos y Costos Variables, anuales.

1.- Costos Fijos.

- a).- Intereses sobre crédito refaccionario.
(5 primeros años). asignado un 18 % anual.

\$ 180 000.00

b) Seguros. Asignando un 2.5 % anual sobre inversión fija ó inversión total.

\$ 137 065.00

c) Impuesto predial. Asignando un 1 % sobre el valor del Terreno y construcción.

\$ 25 840.00

d) Depreciación. Asignando un 10 % sobre el valor del equipo, servicios eléctricos, instrumentación y tubería.

\$ 289 860.00

e) Laboratorio.

1 laboratorista \$ 195 000.00

Materiales, mantenimiento,
equipo y diversos. \$ 150 000.00

Total \$ 345 000.00

f) Ingeniería

1 Ingeniero. \$ 325 000.00

G) Gastos administrativos y de ventas:

Gerente General	\$	520 000.00
Gerente de planta	\$	455 000.00
Gerente de ventas y compras	\$	390 000.00
Contralor	\$	390 000.00
Secretaria Ejecutiva	\$	143 000.00
2 Secretarias	\$	260 000.00
Papelería y sobrecargo	\$	30 000.00
Total	\$	<u>2 188 000.00</u>

h) Mano de obra directa.

	Trabaja- dores por Turno.	\$/día.	Turnos por día.	Días por año.	Total.
Obreros	4	255	2	360	\$ 134 400.00
Supervi sores.	1	345	2	360	\$ 248 400.00
Total					<u>\$ 982 800.00</u>

i) Mantenimiento. Asignando un 3 % sobre el valor del equipo.

\$ 38 528.00

j) Gastos de planta.

Incluye: vigilancia, mantenimiento de edificios,
Teléfono, etc.

Se le asigna un 60 % de mano de obra directa.

\$ 589 680.00

2.-Costos Variables:

Estos costos estan referidos por tonelada de ---
producto terminado.

Producto Tipo uso Industria Cervecera.

Materia	<u>Ton de M.P.</u> <u>Ton de P.T.</u>	<u>Precio en \$ M. N.</u> <u>Ton M.P.</u>	<u>Precio \$ M.N</u> <u>Ton P. T.</u>
Látex húmedo.	1.0341 ^①	100 000.00	103 410.00
Miel de Fecula.	0.7000	30 000.00	21 000.00
Cloruro de sodic	0.1180	3 500.00	413.00
		Total ..	\$ 124 823.00

Es decir, que se gastará \$ 124 823.00 en materia pri-
ma, para preparar una Ton. de papaína tipo uso Industria -
Cervecera. ① Equivale a 0.1820 de látex seco.

Papaína tipo uso Industria Químico-Farmacéutica.

Materia Prima.	<u>Ton de Materia Prima</u> <u>Ton de Producto Ter.</u>	<u>Precio en \$, M.N.</u> <u>Ton de M. P.</u>	<u>Precio en \$.</u> <u>Ton de P. T.</u>
Látex húmedo.	3.0992 ^{II}	100 000.00	309 920.00
Sub-acetato de plomo.	0.0010	36 000.00	36.00
Acido sulfhidri co, 0.1N.	0.0020	12 700.00	25.40
Alcohol etílico	1.0000	3 600.00	3 600.00
Vehiculo y Conservador.	0.4546	16 000.00	7 273.60
		Total ...	<u>320 855.00</u>

Es decir, que se gastará \$ 320 855.00 en materia prima, para preparar una Ton de papaína tipo uso Industria Químico-Farmacéutica. II Equivale a 0.5454 de látex seco.

Papaina tipo uso Industria ablandadora de Carne.

Materia Prima.	<u>Ton de Materia Prima</u> Ton de producto Ter.	<u>Precio en \$.</u> Ton de M. P.	<u>Precio en \$.</u> Ton de P. T.
Látex húmedo.	0.1033 III	100 000.00	10 330.00
Sal Yodatada.	0.5200	5 000.00	2 600.00
Glutamato monosodico.	0.3400	26 000.00	8 840.00
Azúcar.	0.1218	12 500.00	1 522.50
		Total	23 292.50

Es decir, que se gastará \$ 23 292.50 en materia prima, para preparar una Ton de papaina Tipo uso Industria Ablandadora de Carne. III Equivale a - 0.0182 de látex seco.

b) Empaque.

El empaque empleado para envasar la papaína tipo Uso Industria Cervecera, son recipientes de plástico, de 20 kg de capacidad.

Precio: 56.00 \$/envase, por lo cual, tenemos un -- costo de: 2 800.00 \$/Ton de producto.

El empaque empleado para envasar la papaína tipo Uso Industria Químico-farmacéutica e Industria ablandado ra de Carne, son bolsas de papel de 5 capas, con -- recubrimiento plástico en la capa interior, con ca-- pacidad de 10 kg.

Precio: 8.00 \$/bolsa, lo que nos da un costo de:

800.00 \$/Ton de producto.

c) Servicios.

Servicio Eléctrico.

Bomba	H.P.	Kw	Tiempo hr/mes	Kw-hr/mes.
B-1	0.5	0.6705	120	80.46
B-2	0.5	0.6705	120	80.46
B-3	0.5	0.6705	180	120.69
B-4	0.5	0.6705	180	120.69

Bomba	H. P.	Kw	Tiempo Hr/mes	Kw-hr/mes.
B-5	0.5	0.6705	150	100.58
B-6	0.5	0.6705	90	60.35
Molino de Martillos	H. P.	Kw	Tiempo hr/mes	Kw-hr/mes.
M M	3.0	4.023	120	482.76
Agitador	H. P.	Kw	Tiempo	Kw-hr/mes.
A-1	0.75	1.0058	240	241.39
A-2	0.75	1.0058	300	301.74
Caldera	H. P.	Kw	Tiempo hr/mes	Kw-hr/mes.
Quemador	0.25	0.3353	240	80.472
Bomba del agua.	1.0	1.341	60	80.460
Total		<u>11.7339</u>		<u>1 750.052</u>
Más un 40 % en Iluminación.		4.6936		700.021
		<u>16.4275</u>		<u>2 450.073</u>
60 % demanda Instalada...		9.8565		

Demanda Anual.

Tomando en cuenta que la planta de papaína, operará 7 meses/año...	17 150.51 Kw-hr/7 meses
Alumbrado de los otros 5 meses....	3 500.10 Kw-hr/5 meses
	<hr/>
Total	20 650.61 Kw-hr/año.

Estos valores están obtenidos para una producción ---
máxima de producto efectivo total de 29 475.5 kg, de ---
papaína (dato de página 65), por variedad tenemos:

26 347.5 kg de papaína tipo Uso Industria Cervecera.

2 835.3 kg de papaína tipo Uso Industria Ablanda---
dora de Carne.

29 475.5 kg de papaína tipo Uso Industria Químico----
Farmacéutica.

Los costos de la Energía Eléctrica consumida por Ton
de papaína producida, fueron obtenidos de la tarifa de la
C.F.E.

Capacidad Instalada 10 Kw

Consumo Anual:

Cargo fijo = 10 Kw x 54 \$/Kw.mes = 540.00 \$/mes
= 6 480.00 \$/año

El impuesto al valor agregado es de 648.00 \$/año, - para este cargo fijo. Tomando como base el 60 % de pro-- ducción (17 685.3 kg), el costo de la energía eléctrica por tonelada de producto terminado, es de: 241.8 \$/Ton.

Consumo de Agua.

Para disolver y lavar la papaina tipo uso Químico--- farmacéutico y Tipo uso Ablandador de Carne se hacen --- batch de:

20 kg de papaina
40 litros de alcohol
140 litros de agua

Lo que viene a dar un consumo de agua en el "TDQFA"- de 140 litros de agua por cada 20 kg de papaina, es ---- decir: 70 litros de agua/kg de papaina.

La producción de papaina de éste tipo, para el pri-- mer año de operación de la planta, es de: 1 271.4 kg, -- según datos de la página 65. A esta cantidad le agrega-- mos un 10 % por merma en la purificación:

$1\ 398\ \text{kg/año} \times 70\ \text{l/kg} = 97\ 895.0\ \text{litros.}$

En los servicios de oficinas y baños de obreros se - estima el consumo de agua siguiente:

Agua de Servicios.

W. C. de oficinas	400.0	1/día
Baño y W. C. obreros	<u>600.0</u>	"
	1 000.0	1/día

Agua del generador de vapor:

De la página 94 tenemos que la caldera produce 72 kg -
de vapor por hora, es decir:

$$72 \text{ kg vapor/hr} \times 16 \text{ hr/día} \times 20 \text{ días/mes} \times 7 \text{ meses/año} \\ = 161\ 280 \text{ kg vapor/año.}$$

De lo cual se recupera el 94 % como condensado. Dando
un gasto de agua por producción de vapor de:

15 120.0 litros de agua/año

Gasto total de agua:

Disolución y lavado del producto	97 895	1/año
Agua de Servicios	365 000	"
Consumo de agua por producción de vapor	<u>15 120</u>	"
Total	478 015	1/año

El costo de agua industrial, en el Estado de Veracruz, es de: 11.30 \$/m³.

Tomando en cuenta este costo y la producción de ----- papaina, del primer año de operación de la planta, encontramos el costo de agua por kg de papaina.

$$11.30 \text{ \$/m}^3 \times \frac{1 \text{ año}}{11\,983.1 \text{ kg}} \times 478 \text{ m}^3/\text{año} = 0.45 \text{ \$/kg.}$$

El costo de agua es de 0.45 \$ por kg de papaina.

Total de Costos Fijos:

Costos fijos para los 5 primeros años.

a) Intereses sobre Crédito Refac. ... (5 primeros años)	180 000.00	\$/año
b) Seguros	137 065.00	"
c) Impuesto predial	25 840.00	"
d) Depreciación	289 860.00	"
e) Laboratorio	345 000.00	"
f) Ingeniería	325 000.00	"
g) Gastos administrativos y de ventas.	2 188 000.00	"
h) Mano de obra directa	982 800.00	"
i) Mantenimiento	38 528.00	"
j) Gastos de planta	589 680.00	"
k) Fijo eléctrico	6 480.00	"
Total	5 108 253.00	\$/año

Del 6^o al 10^o año, los costos fijos son de: -----
 4 928 253.00 \$/año, debido a que, en estos últimos cinco --
 años ya no se pagan Intereses sobre Crédito Refaccionario.

Total de Costos Variables.

Papaína Tipo Uso Industria:

	Cervecera	Químico- Farmacéutica.	Ablandadora de Carne.	Total en \$/Ton.
a) Materia Prima	124 823.00	320 855.00	23 292.50	468 970.50
b) Artículos de planta	300.00	350.00	350.00	1 000.00
c) Empaque	2 800.00	800.00	800.00	4 400.00
d) Servicios:				
d.1) agua.	150.00	150.00	150.00	450.00
d.2) Energía.	80.00	81.00	80.00	241.00
Total en \$/Ton	128 153.00	322 236.00	24 672.50	475 061.50

C A P I T U L O VI

PROYECCIONES FINANCIERAS.

La palabra rentabilidad se usa como término general -- para medir la cantidad de ganancia que se puede obtener de una situación dada. La rentabilidad, por lo tanto, es el común denominador de todas las actividades comerciales.

Antes de invertir un capital en un proyecto, es necesario saber cuánta ganancia se puede obtener y si ó no -- será más ventajoso invertir el capital en otra forma de -- negocio.

Por lo tanto la determinación y análisis de las ganancias recibidas de la inversión de un capital y el escoger la mejor inversión entre varias alternativas, son los puntos más importantes de los Análisis Económicos.

En el proceso de decisión para realizar una inversión, las ganancias anticipadas de la inversión de fondos, deben considerarse en términos de una rentabilidad mínima.

Esta rentabilidad, que normalmente puede expresarse - en una forma numérica directa, debe ponderarse relativamente a un juicio global de proyecto, para poder hacer la -- decisión final de si, deba ó no realizarse la inversión.

La evaluación final debe estar basada en el reconocimiento de que un estandar de rentabilidad puede servir solamente como un guía. Ya que, debe tenerse en cuenta que la evaluación de ganancias está basada en una predicción - de resultados futuros, así que necesariamente incluye --- suposiciones. Muchos factores intangibles, así como cam-- bios futuros en demanda o precio, posibles fallas de ope-- ración, o prematura obsolescencia, no pueden ser cuantificados.

El propósito básico de un análisis de rentabilidad, - es dar una medida de el atractivo de un proyecto por comparación con otros posibles métodos de acción. Es por lo -- tanto muy importante considerar el propósito exacto de un estudio de rentabilidad antes de escoger el estandar o la base de referencia.

Si el propósito es meramente el presentar la rentabilidad total de un proyecto dado, una simple determinación de la ganancia total por año o de la razón anual de retorno de la inversión puede ser satisfactoria.

Por otro lado, si el propósito es permitir la compa--

ración de varios proyectos diferentes en los que puede invertirse un capital, el método de análisis debe ser de tal forma que todos los casos se encuentren en las mismas bases, de tal forma que se pueda hacer una comparación directa entre las alternativas apropiadas.

En la literatura (I), (II) se encuentran explicados los más usuales métodos matemáticos para la evaluación de la rentabilidad.

La finalidad de nuestro estudio será presentar una rentabilidad con base a la inversión original y principalmente una rentabilidad global basada en el tiempo de vida del proyecto. De los métodos estudiados para lograr nuestro propósito, hemos escogido aquellos, que a nuestro juicio, cumplen con nuestras necesidades. Sirven para evaluar cada finalidad, respectivamente:

- 1.- Razón de retorno sobre la Inversión.
- 2.- Flujo de Efectivo descontado, basado en el tiempo de vida total del proyecto.

I .- M.S. Peters 7 K.D. Timmerhaus, Plan Design & Economics for Chemical Engineering, Second Ed., McGraw Hill Book Company, Inc.

II.- Revista I M I Q , mayo 1972.

A continuación en las páginas siguientes, presentamos un balance económico para un funcionamiento de 10 años del proyecto: considerando el año 1 como 1983 y las cantidades de papaína obtenidas en el "Plan de producción Anual de papaína". Se le asignará, también al proyecto un tiempo de vida de 10 años, ya que para un mayor tiempo el proceso empleado puede resultar obsoleto.

COSTOS VARIABLES.

Año	Costos variables/año para c/u de las 3 variedades:			Suma de costos variables.
	Cervecera.	Químico-Farmac.	Ablandadora.	
1	\$ 1 372 775.	\$ 371 538.	\$ 2 961.	\$ 1 747 274.00
2	\$ 1 600 503.	\$ 433 085.	\$ 3 430.	\$ 2 037 018.00
3	\$ 1 763 385.	\$ 477 232.	\$ 3 775.	\$ 2 244 392.00
4	\$ 1 939 596.	\$ 524 922.	\$ 4 145.	\$ 2 468 663.00
5	\$ 2 130 287.	\$ 576 480.	\$ 4 565.	\$ 2 711 332.00
6	\$ 2 346 994.	\$ 635 127.	\$ 5 033.	\$ 2 987 154.00
7	\$ 2 581 642.	\$ 598 608.	\$ 5 527.	\$ 3 185 777.00
8	\$ 2 598 687.	\$ 703 441.	\$ 5 551.	\$ 3 307 679.00
9	\$ 3 124 626.	\$ 845 457.	\$ 6 686.	\$ 3 976 769.00
10	\$ 3 376 575.	\$ 913 539.	\$ 7 229.	\$ 4 297 343.00

132

Estos costos variables se obtuvieron de multiplicar la cantidad de papaína en Ton/año (datos del cuadro de la página 65), por su respectivo costo variable, obtenidos en la página 127.

INGRESOS POR VENTAS.

Año	Ingresos anuales por ventas de papaina, de cada una de sus tres variedades:			Total de Ingresos.
	Cervecera.	Químico-farma.	Ablandadora.	
1	\$ 6 962 800.00	\$ 1 095 350.00	\$ 36 000.00	\$ 8 094 150.00
2	\$ 8 117 850.00	\$ 1 276 800.00	\$ 41 700.00	\$ 9 436 350.00
3	\$ 8 944 000.00	\$ 1 406 950.00	\$ 45 900.00	\$ 10 396 850.00
4	\$ 9 837 750.00	\$ 1 547 550.00	\$ 50 400.00	\$ 11 435 700.00
5	\$ 10 804 950.00	\$ 1 699 550.00	\$ 55 500.00	\$ 12 560 000.00
6	\$ 11 904 100.00	\$ 1 872 450.00	\$ 61 200.00	\$ 13 837 750.00
7	\$ 13 094 250.00	\$ 2 059 600.00	\$ 67 200.00	\$ 15 221 050.00
8	\$ 13 180 700.00	\$ 2 073 850.00	\$ 67 500.00	\$ 15 322 050.00
9	\$ 15 848 300.00	\$ 2 492 800.00	\$ 81 300.00	\$ 18 422 400.00
10	\$ 17 126 200.00	\$ 2 693 250.00	\$ 87 900.00	\$ 19 907 350.00

Los Ingresos anuales por venta de cada variedad de papaina, se obtuvieron - de multiplicar la cantidad de papaina en Ton/año (dato del cuadro de la página 65), por su respectivo precio de venta, obtenido en la página 38.

Total de Costos.

Año	Costos Fijos.	Costos Variables.	Total de Costos.
1	\$ 5 108 253.00	\$ 1 747 274.00	\$ 6 855 527.00
2	"	\$ 2 037 018.00	\$ 7 145 271.00
3	"	\$ 2 244 392.00	\$ 7 352 645.00
4	"	\$ 2 468 663.00	\$ 7 576 916.00
5	"	\$ 2 711 332.00	\$ 7 819 585.00
6	\$ 4 928 253.00	\$ 2 987 154.00	\$ 7 915 407.00
7	"	\$ 3 185 777.00	\$ 8 114 030.00
8	"	\$ 3 307 679.00	\$ 8 235 932.00
9	"	\$ 3 976 769.00	\$ 8 905 022.00
10	"	\$ 4 297 343.00	\$ 9 225 596.00

BALANCE ECONOMICO.

Año	Gastos Totales.	Ingresos Totales.	Utilidad antes. de Impuesto.	Utilidad Neta.
1	\$ 6 855 527.00	\$ 8 094 150.00	\$ 1 238 623.00	\$ 619 311.50
2	\$ 7 145 271.00	\$ 9 436 350.00	\$ 2 291 079.00	\$ 1 145 539.50
3	\$ 7 352 645.00	\$ 10 396 850.00	\$ 3 044 205.00	\$ 1 522 102.50
4	\$ 7 576 916.00	\$ 11 435 700.00	\$ 3 858 784.00	\$ 1 929 392.00
5	\$ 7 819 585.00	\$ 12 560 000.00	\$ 4 740 415.00	\$ 2 370 207.00
6	\$ 7 915 407.00	\$ 13 837 750.00	\$ 5 922 343.00	\$ 2 961 171.00
7	\$ 8 114 030.00	\$ 15 221 050.00	\$ 7 107 020.00	\$ 3 553 510.00
8	\$ 8 235 932.00	\$ 15 322 050.00	\$ 7 086 118.00	\$ 3 543 059.00
9	\$ 8 905 022.00	\$ 18 422 400.00	\$ 9 517 378.00	\$ 4 758 689.00
10	\$ 9 225 596.00	\$ 19 904 350.00	\$ 10 678 787.00	\$ 5 339 377.00

1.- Razón de retorno sobre la Inversión.

En estudios económicos de Ingeniería, la razón de retorno sobre la inversión se expresa ordinariamente en base de un por ciento anual.

La utilidad anual dividida por la inversión total --- inicial (incluyendo capital de trabajo), representa la -- fracción retornada, y ésta cantidad multiplicada por 100 - es el por ciento de retorno sobre la inversión.

Esta razón puede expresarse con la Utilidad Bruta, -- antes de impuesto o con la Utilidad Neta, descontando -- impuestos. Para nuestro estudio emplearemos la razón expresada con la Utilidad Neta.

*Inversión Total Proyectada.....	\$	5 482 595.00
*Capital de Trabajo	\$	1 370 649.00
		<hr/>
	\$	6 853 244.00

*Datos extraídos de la página 114.

Rentabilidad anual sobre la Inversión.

Año	Rentabilidad = $\frac{\text{Utilidad Neta.}}{\text{Inversión Inicial.}}$
1	9 %
2	17 %
3	22 %
4	28 %
5	35 %
6	43 %
7	52 %
8	52 %
9	69 %
10	78 %

2.- Flujo de Efectivo Descontado, basado en el tiempo de vida total del proyecto.

El método, para la evaluación de la rentabilidad, de flujo de efectivo descontado, toma en cuenta el tiempo de valor del dinero y se basa en la cantidad de dinero que es retornable al final de cada año, durante la vida estimada del proyecto.

Un procedimiento de prueba y error se usa para -- establecer la razón de retorno, que puede aplicarse al ---

flujo de efectivo anual, de tal forma que la inversión -- original se reduce a cero (o a la recuperación y terreno, -- más el capital de trabajo) durante la vida del proyecto.

Designaremos la razón de retorno, del flujo de efectivo descontado, como i . Esta razón de retorno, representa la razón de interés, despues de impuesto, con lo cual la inversión se paga con los réditos del proyecto.

Es también la razón máxima de interés, despues de --- impuestos, a la cual se puede pedir prestado el capital -- para la inversión y quedar totalmente liquidado al final -- de la vida de servicios.

Algunos de los tediosos y tardados cálculos pueden -- eliminarse aplicando un "factor de descuento" al flujo de efectivo anual y sumando para obtener un valor igual al de la inversión requerida. El factor de descuento para los -- pagos de fin de año y componente anual es:

$$d_{n'} = \frac{1}{(1 + i)^{n'}} = \text{Factor de descuento}$$

donde:

i = razón de retorno.

n' = año, de la vida del proyecto, al que se -- aplica el flujo de efectivo.

Este factor de descuento, d_n , es la cantidad que produciría un peso después de n años si fué invertido a una razón de interés i .

Aplicando el factor de descuento al valor del flujo de efectivo, lo convierte a valor presente en forma anual.

A continuación calcularemos el flujo de efectivo anual, para el tiempo de vida del proyecto, de 10 años. El flujo de efectivo, después de impuesto, se obtiene con el total de entradas menos los costos, con excepción de la depreciación.

Año	Utilidad Neta.	Depreciación.	Flujo de Efectivo.
1	619 311.5	289 860.0	909 171.5
2	1 145 539.5	"	1 435 399.5
3	1 522 102.5	"	1 811 962.5
4	1 929 392.0	"	2 219 252.0
5	2 370 207.5	"	2 660 067.5
6	2 961 171.5	"	3 251 031.5
7	3 553 510.0	"	3 843 370.0
8	3 543 059.0	"	3 832 919.0
9	4 758 689.0	"	5 048 549.0
10	5 339 377.0	"	5 629 237.0

Flujo de Efectivo Descontado.

Inversión Inicial de Capital Fijo....	\$ 5 482 595.00
Capital de Trabajo	\$ 1 370 649.00
Tiempo de Servicio.....	10 años.
Capital recuperable al final del Servicio:	
Terreno	\$ 120 000.00
Capital de Trabajo	\$ 1 370 649.00
Otros	250 000.00
	<hr/>
	\$ 1 740 649.00

Año	Fluj. de Efect.	Prueba $i = 0.29$		Prueba $i = 0.292$	
		Fact. de Descuento.	Valor Presente.	Fact. de Descuento.	Valor Presente.
0	6 853 244.0				
1	909 171.5	0.7752	704 784.11	0.7740	703 693.11
2	1 435 399.5	0.6009	862 568.05	0.5991	859 839.73
3	1 811 962.5	0.4658	844 073.13	0.4637	840 159.35
4	2 219 252.0	0.3611	801 397.12	0.3589	796 446.42
5	2 660 067.5	0.2799	744 636.13	0.2778	738 890.51
6	3 251 031.5	0.2170	705 477.09	0.2149	698 949.98
7	3 843 370.0	0.1682	646 523.36	0.1664	639 550.14
8	3 832 919.0	0.1304	499 818.08	0.1287	493 661.81
9	5 048 549.0	0.1011	510 339.50	0.0997	503 273.37
10	5 629 237.0	0.0784	577 515.53	0.0772	568 637.68
	+ 1 740 649.0				
	Total.		6 897 132.10		6 843 102.10
	<u>Valor Presente</u>				
	Inversión Inicial =		1.0064		0.9985

Prueba $i = 0.2916$

Año	Flujo de Efectivo	Fact. de Descuento	Valor Presente
0	6 853 244.0		
1	909 171.5	0.7742	703 911.04
2	1 435 399.5	0.5994	860 432.33
3	1 811 962.5	0.4641	840 940.17
4	2 219 252.0	0.3593	797 433.50
5	2 660 067.5	0.2782	740 035.37
6	3 251 031.5	0.2159	700 249.75
7	3 843 370.0	0.1667	640 937.88
8	3 832 919.0	0.1291	494 886.21
9	5 048 549.0	0.0999	504 677.86
10	5 629 237.0	0.0774	<u>504 001.17</u>
		Total	6 853 905.30

$$\frac{\text{Valor Presente}}{\text{Inversión Inicial}} = 1.00009$$

Por el método de prueba y error, el valor de razón de retorno que satisface la operación es: $i = .2916$

Por lo tanto, el porcentaje de la razón de retorno, para el proyecto aquí descrito, para un tiempo de duración de 10 años será: 29.16 %

C O N C L U S I O N E S .

Como se observa en el análisis previamente realizado, se hace patente la existencia de un amplio mercado de --- Papaina, con grandes posibilidades de expansión. Este es actualmente satisfecho en su totalidad por producto importado, que provoca una considerable fuga de divisas.

La posibilidad de hacer una planta procesadora de --- "Látex de papaya" para obtener papaina, representa una --- fuente de trabajo y sobre todo de negocio, dejando también muchas ventajas para el fruticultor al aprovechar mejor el fruto del Carica Papaya.

Debido a que el proceso de papaina únicamente trabaja siete meses, es posible combinar el proceso con otro semejante ó desarroyar un proceso para enlatar pulpa, tanto de papaya (ver pag. 26), como de otras frutas cultivadas en la región, de tal forma que se obtenga mejor aprovechamiento de las instalaciones y de la mano de obra, lo cual se reflejaría en los costos fijos y en las relaciones laborales de la empresa con sus trabajadores.

Del hecho de instalar la planta procesadora en el --- Ejido Villa Emiliano Zapata, del Edo. de Veracruz, debido al ahorro de transporte en materia prima y sobre todo en --- la ganancia de tiempo para procesar el látex y así lograr buenos rendimientos, además, nos ofrece otras ventajas:

- 1.- Ahorro en la inversión del Terreno, ya que, en -- comparación con otros Estados Industriales, en el Estado de Veracruz es más Económico.
- 2.- La mano de obra es más económica y hay más disponibilidad de la misma.
- 3.- El Ejido Villa Emiliano Zapata, cuenta con los -- servicios necesarios, como son: Vias de comunicación, agua, Energía eléctrica, Etc.
- 4.- Existe en la región una gran superficie disponible para ampliar las siembras del Carica Papaya.

La selección de cálculo del equipo se realizó tomando como base los requerimientos para el procesamiento del -- Látex.

Una ventaja más, es el aliciente que tendrá ésta Industria, al contar con el cierre de Fronteras para la importación de PAPAÍNA, pues como se ha visto, nuestro producto competirá en calidad con lo mejor de Papaína producida en el extranjero.

La inversión requerida, en comparación con cualquier otra empresa, es pequeña y la rentabilidad tentadora.

Por lo anteriormente citado podemos asegurar el éxito para una empresa de éste tipo.

BIBLIOGRAFIA.

EL PAPAYO
COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA.
S. A. G., México, 1973
FOLLETO Num. 12 y 15.

OPERACIONES BASICAS DE LA INGENIERIA QUIMICA.
GEORGE GRANGER BROWN,
ALAN SHIVERS FOUST.
EDITORIAL MARIN, S. A.

INTRODUCCION A LA INGENIERIA QUIMICA.
WALTER L. BADGER,
JULIUS T. BANCHERO.
LIBROS Mc. GRAW HILL.

PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.
DECIMATERCERA IMPRESION
DONALD Q. KERN
C. E. C. S. A.

CHEMICAL ENGINEERS' HANDBOOK.
FIFT EDITION
ROBERT H. PERRY,
CECIL H. CHILTON
Mc. GRAW HILL BOOK COMPANY

PLAN DESIGN & ECONOMICS FOR
CHEMICAL ENGINEERING.
SECOND EDITION,
PETERS MAC. S.
Mc. GRAW HILL BOOK COMPANY

CHEMICAL ENGINEERING
Junio 1, 1968
BASIC SIMBOLS FOR EQUIPMENT