

54  
rej

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**



**ANTEPROYECTO PARA LA INSTALACION DE UNA PLANTA  
PROCESADORA DE PULPA DE MANGO EN SINALOA**

**TESIS MANCOMUNADA**

Que para obtener el Título de  
**INGENIERO QUIMICO**  
p r e s e n t a n  
**BERTHA OFELIA LATABAN PALAZUELOS**  
**JORGE ENRIQUE ESPINOZA PEREZ**

México, D. F.

1991

**FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## INDICE.

CAPITULO I.	
Introducción.....	1
CAPITULO II.	
Justificación.....	3
CAPITULO III. Generalidades de materia prima y producto.	
Materia prima.....	6
Temporada de cosecha.....	11
Producto.....	13
CAPITULO IV. Estudio de mercado.	
Características del producto.....	17
Productos similares.....	18
Disponibilidad de materia prima.....	19
Destino de la producción nacional.....	27
Mercado Exterior.....	29
Características de los consumidores.....	31
CAPITULO V. Selección del proceso.	
Procesos existentes.....	35
Métodos de concentración.....	39
Tipos de evaporadores.....	42
CAPITULO VI. Bases de diseño.	
Especificaciones de proceso.....	53
Balances de materia y energía.....	55
Descripción del proceso.....	57

<b>CAPITULO VII. Análisis económico.</b>	
Definición de conceptos.....	60
Análisis de inversión.....	62
Capital de trabajo .....	65
Depreciaciones y Amortizaciones.....	67
Resumen de inversiones.....	68
Presupuesto de ingresos.....	69
Costos de producción.....	71
Estado de resultados.....	75
<b>CAPITULO VIII.</b>	
Conclusiones.....	78
<b>CAPITULO IX.</b>	
Hojas de datos.....	82
<b>APENDICE.....</b>	<b>75</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>103</b>

## INTRODUCCION.-

El estado de Sinaloa, se ha convertido en una de las zonas productoras de mango más importantes de la República Mexicana, destacándose por sus variedades finas de esta fruta, principalmente la región sur del estado formada por los municipios de El Rosario, Escuinapa, Mazatlán y San Ignacio.

Caso notable lo es la asociación de agricultores de mango del estado de Sinaloa A.C., que cuenta con mas de 50 socios productores y que con recursos propios y gran iniciativa, han instalado su propio empaque de esta fruta para conseguir exportar mas de 11,000 ton. en 1989 a los Estados Unidos de América.(1)

Sin embargo, aún con todos los esfuerzos hechos, no logran distribuir la totalidad de su producción y queda un volumen considerable sin comercializar en los campos, pereciendo sin poder utilizarlo en alguna forma.

El objetivo de este trabajo no es industrializar el total de la producción que quedó en el campo o no presentó las características requeridas para exportación, sino que lo pretendido en este trabajo es

instalar una planta que procese el mango fresco (en pulpa), que siendo de buena calidad no se puede exportar y el mercado nacional no remunera de manera equiparable al producto ya industrializado y procesar también una parte del volumen que quedó en los campos.

Se requiere realizar un proyecto de baja inversión, tratar de reducir las pérdidas en los productores de mango y buscar un mercado más remunerativo del mismo, que el que se tiene actualmente para mango fresco en consumo nacional.

Otra de las finalidades es probar el mercado con una planta de pequeña capacidad de producción y analizar que tan conveniente sería ampliar la planta a volúmenes de producción mayores, según las disponibilidades del mercado. Otra alternativa que pudiera resultar convenientemente sería tratar de comercializar la pulpa en mercado exterior. En este mercado se incluyen países como E.U.A., Francia y Japón ya que considerando que éstos son grandes consumidores de fruta fresca pueden ser grandes consumidores de fruta procesada.

### JUSTIFICACION.-

Considerando el enorme volumen de fruta fresca que perece o se malbarata en el campo ( aproximadamente el 30 % de la producción frutícola nacional, debido a falta de canales de distribución, comercialización y abuso de los intermediarios), es necesario buscar un mercado para que reditúe beneficios tanto a aquellos que la cultivan, como para aquellos interesados en procesarla.(2)

El producto seleccionado como alternativa de comercialización del mango es el de extraer su pulpa, que ofrece ventajas sobre otros productos . Algunas de éstas son:

- a) El costo de inversión es menor, ya que la pulpa de mango es un producto semi-industrial; es decir, su proceso de elaboración no requiere de tratamientos como autoclaves, engargoladoras, etiquetadoras, etc., ya que el producto se introduce al mercado en tambores de gran capacidad teniendo ventajas en cuanto a inversión sobre los enlatados como almíbares, jaleas, etc.
- b) El aspecto físico del fruto no es importante, siempre y cuando la fruta sea sana y madura.
- c) Se puede almacenar a bajas temperaturas haciendo posible su distribución fuera de la temporada de cosecha.

d) Considerando que el mango se produce fundamentalmente en las zonas de clima cálido, la exportación de pulpa de mango a países de clima frío como E.U.A. se hace factible, debido a que es un gran consumidor de fruta fresca.

e) A partir de finales de la década de los 60's y principio de los 70's, la industrialización del mango tuvo un incremento considerable; en 1968 se procesó el 3.28% del volumen total y para 1975 la relación fué del 4.46%. A partir de este año, el incremento en el volumen procesado no correspondió al incremento en la producción de mango ya que para 1990 se espera una relación del 7 %. De esto podemos ver, que el incremento en la producción de mango no correspondió al incremento de su industrialización, lo que nos dice que se deberían instalar mas plantas procesadoras o, en su defecto, incrementar la capacidad de las mismas.(1)

f) Los clientes potenciales de pulpa de mango son:

- Fabricantes de mermeladas.
- Fabricantes de refrescos sin gas.
- Fabricantes de jugos de frutas.
- Fabricantes de helados y paletas.
- Fabricantes de yoghurt.

Por lo tanto y considerando lo anterior, se desea instalar una planta procesadora de mango en El Rosario Sin. que elabore pulpa de mango pasteurizada para:

- 1.- Lograr que la fruta no perezca sin ser aprovechada.
- 2.- Colocar el producto en el mercado nacional e internacional.
- 3.- Ofrecer fuentes de trabajo a la población sinaloense.
- 4.- Dar valor agregado al mango y obtener mayores ganancias que si se comercializara en fresco.

## GENERALIDADES DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO.

### Materia prima.

El nombre científico del mango es *Mangifera Indica*, pertenece a la familia de las Anacardiaceas (árbol de fruta acorazonada, blanco y con hueso), la cuál cuenta con 62 géneros. Al género Indico corresponden 40 especies de las cuales algunas son comestibles.

El fruto es una drupa aplanada normalmente de color exterior amarillo, anaranjado o verde, algunos con chapeos de colores que van desde el morado al rojo claro de superficie lisa uniforme que es interrumpida por pequeñas glándulas circulares prominentes llamadas lenticelas. En la parte interna del epicarpio, existen parte de células en el que abundan los canales de resinas, las cuales le dan el sabor a trementina. El mesocarpio es la parte carnosa comestible misma que es atravesada por las fibras que parten del endocarpio. La cantidad y longitud de las fibras es característica de las diferentes variedades y tipos. El endocarpio es grueso y leñoso cubierto con una capa de fibras.

TABLA 1  
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL MANGO.  
(100 GRS. DE PULPA)

Composición	Diversas variedades de mango (promedio)
Proteínas	0.90 Grs.
Grasa	0.10 "
Hidratos de carbono	11.17 "
Calcio	19.00 Mg.
Fósforo	11.00 Mg.
Hierro	1.50 Mg.
Tiamina	0.06 Mg.
Riboflavina	0.08 Mg.
Niacina	0.06 Mg.
Acido Ascórbico(titulable)	0.40 ‰
Azúcares totales	16.70 ‰
Azúcares reductores	5.20 ‰
Fibra cruda	0.95 ‰
Pectina como pectato de calcio(mg/100g)	1.34 ‰
Sólidos insolubles	5.96 ‰
Agua	81.70 ‰

FUENTE: Journal of Food Science & Technology. (3)

En el estado de Sinaloa, las variedades cultivadas de exportación son: Haden, Kent , Keitt y Tommy Atkins.

Haden.-

Es la mas antigua de las variedades mejoradas, tuvo su origen en la variedad mulgoba. Es una fruta grande de 14 centímetros de largo y 650 gramos de peso aproximadamente, en forma oval o redonda, color amarillo con chapeo rojizo y con numerosas lenticelas de color blanco.

La pulpa es jugosa, casi sin fibra y de sabor ligeramente ácido. Se considera dentro de las variedades mas finas. El rendimiento en Kg. por árbol es variable, sin embargo se considera un rendimiento promedio de 110 Kg. En Sinaloa se ocupa el primer lugar en superficie sembrada.

Kent.-

Variedad originada de la variedad Brooks y ésta a su vez de la variedad hindú "Sandersha". Alcanza hasta 13 centímetros de longitud con un peso promedio de 680 gramos. De forma ovalada color verde amarillento, lenticelas numerosas, pulpa jugosa sin fibra, rica en dulce, variedad calificada de buena a excelente y su rendimiento es de 103 kg. por árbol.

#### Keitt.-

Derivada también del grupo mulgoba, es de fruta grande hasta 12 centímetros de largo peso de 680 gramos promedio de forma oval y rojiza, lenticelas numerosas de colores amarillo a rojo. Pulpa jugosa sin fibra, exceptuando la zona cercana al hueso, de sabor dulce, su calidad calificada de muy buena. Esta variedad se considera como la mejor de los mangos tardíos. El rendimiento de esta variedad es de 71 Kg. por árbol.

#### Tommy Atkins.-

Es una variedad originada en Florida y se estima que se deriva del Haden. Su fruta es grande y su peso varía de 454 gramos a 680, con color superficial que va desde amarillo a rojizo.

Cabe señalar que las variedades expuestas en este trabajo, no todas tienen los mismos rendimientos en cuanto a su industrialización se refiere. Algunos tienen mas cáscara que otros, la pulpa es de diferentes características o el tamaño del hueso es mas grande dependiendo de la variedad a procesar. En la tabla 2 podemos apreciar los diferentes rendimientos que se tienen.(5)

TABLA 2.

RENDIMIENTO DE LAS DIFERENTES VARIEDADES DE MANGO.

Variedad.	Reba- nadas. %	Pulpa %	Hueso %	Cáscara %	Desper- dicio Tot. %
<b>KENT.</b>					
Rezaga gral.	48.0	27.0	10.0	15.0	25.0
Rezaga med.	51.2	21.3	10.2	14.3	24.5
Rezaga chica.	47.9	27.7	9.2	14.2	23.4
<b>KEITT.</b>					
Rezaga chica.	54.3	20.4	10.2	15.1	25.3
Rezaga grande.	50.0	21.0	10.5	18.5	29.0
<b>HADEN.</b>					
Rezaga media	48.0	16.0	22.5	13.5	36.0
<b>TOMMY ATKINS.</b>					
Rezaga media	50.0	16.6	17.2	17.2	34.4

FUENTE: Comisión Nacional de Fruticultura.COMAFRUT.(4)

### Temporada de cosecha.

En México se tiene producción gran parte del año (9 meses), debido a que se cuenta con clima apropiado para esta fruta en diversas latitudes del país, así pues, Chiapas y Oaxaca entran al mercado con su producción de mango criollo en los meses de enero y febrero; Veracruz y Guerrero lo hacen a partir del mes de abril con las variedades Manila y Kent; Nayarit, Colima, Jalisco y Michoacán empiezan a producir en la segunda quincena del mes de junio y terminan en agosto y septiembre.

Para Sinaloa, las variedades Haden y Tommy Atkins se cosechan del 5 de junio al 20 de agosto, la variedad Kent del 20 de junio al 15 de septiembre y por último la Keitt del 1 de agosto al 15 de septiembre.

A partir de la tabla 2 se puede corroborar lo anterior y además, podemos decir que Sinaloa y Nayarit son los estados que terminan la cosecha de mango (15 de septiembre) y a partir de esta fecha no se produce hasta enero. También se puede mencionar que a pesar de que la cosecha es durante 9 meses del año, en los meses de enero y febrero la producción no es significativa y de la calidad necesaria.(4)

TABLA 2

EPOCA DE COSECHA DE MANGO EN MEXICO POR ENTIDAD  
FEDERATIVA Y VARIEDAD.

Ent. Federativa	Variedad	Epoca de Cosecha	
		De	Al
Guerrero	Haden	5 de junio	30 de junio
Guerrero	Kent	15 de abril	30 de junio
Michoacán	Haden	15 de mayo	30 de julio
Michoacán	Kent	5 de junio	30 de julio
Colima	Haden	20 de mayo	30 de julio
Colima	Kent	15 de junio	10 de agosto
Yayarit	Haden & T. Atkins	15 de junio	15 de julio
Yayarit	Kent	15 de julio	15 de agosto
Yayarit	Keitt	1 de agosto	15 de sept.
Sinaloa	Haden & T. Atkins	5 de junio	20 de agosto
Sinaloa	Kent	20 de junio	15 de sept.
Sinaloa	Keitt	1 de agosto	15 de sept.
Chiapas	Haden	1 de mayo	30 de junio
Chiapas	Kent	1 de mayo	30 de junio
Chiapas	Keitt & T. Atkins	1 de mayo	30 de junio
Veracruz	Manila	15 de abril	15 de junio
Oaxaca	Criollo	1 de feb.	15 de abril

FUENTE: Comisión Nacional de Fruticultura. CONAFRUT. (4)

## B.- Producto.

La pulpa de mango es un producto semi-industrial, el mercado que absorbe a dicho producto es el formado por las diferentes industrias de la rama alimenticia.

Los jugos de frutas se pueden clasificar como: (a) jugos clarificados como el preparado para cerezas y manzanas, (b) jugos parcialmente turbios, conteniendo sólidos insolubles, como el jugo de piña; y (c) pulpa conteniendo fibras y otras sustancias insolubles como el utilizado para el mango.

El procesamiento del mango en sus diferentes presentaciones se realiza en la India, Jamaica, México y Sudáfrica. El mango se consume generalmente como fruta fresca, el procesamiento del mismo no se realiza en gran escala pero ocasionalmente, volúmenes de mango industrializado se introducen al mercado.

La pulpa de mango tiene color, sabor y textura de las mismas propiedades que el mango fresco dependiendo de la variedad utilizada. El color es un factor muy importante en la producción de pulpa de frutas.

Para mantener un color brillante en el producto final, se utilizan tratamientos químicos con la adición de aditivos que también cumplen la función de inactivación de enzimas.(6)

El mango presenta una enzima llamada "Catalasa", que produce la oxidación enzimática del fruto, esto se hace presente en el color, lo que afecta en la calidad de la pulpa de mango. Además de ésta, existen las enzimas "Polifenoloxidasas" y "Pectinesterasa". La primera de ellas produce un efecto similar al de la "Catalasa", y la segunda aumenta la concentración de pectina lo que gelifica a la pulpa y afecta en las condiciones de proceso. (7), (8)

La pulpa de mango es un fluido no newtoniano con comportamiento pseudoplástico, al aumentar el esfuerzo cortante disminuye la viscosidad aparente, por ejemplo a 40°C y 500 rpm la viscosidad es de 250 cp, a 300 rpm la viscosidad es de 500 cp.

El producto a elaborar es un líquido más denso que el agua, su capacidad calorífica es menor que la de la misma y aumenta conforme se incrementan los grados Brix de la pulpa. Su temperatura de ebullición a 15 °Bx. es aproximadamente 103 °C a presión atmosférica y de 109 °C como máximo a 32°Bx. (9)

Para la operación de evaporación, es necesario reducir la temperatura de ebullición mediante vacío para mantener lo mejor que se pueda las características organolépticas de la pulpa (la temperatura máxima es de 70 °C). (10)

En el manejo del fruto, ocurren cambios que afectan las propiedades ya mencionadas. El corte, transporte, almacenamiento, procesamiento y empaquetado de la fruta también afecta considerablemente por lo que se debe tener cuidado en estos aspectos.

El transporte de la fruta se realiza en cajas, ya sea de madera o plásticas con capacidad para 17 Kg aproximadamente. Se almacena en las mismas cajas a temperatura ambiente si el tiempo de almacenamiento no es muy grande.

El almacenamiento y transporte del producto depende del método de concentración a utilizar, si no es congelación el método seleccionado, se puede almacenar en latas, tambores de 208 l en envasado aséptico, o en tambores con adición de conservadores. El tiempo de almacenamiento para los tambores es de 4 semanas aproximadamente y el transporte se puede efectuar en trailers.

Si se utiliza el método de congelación, el almacenamiento es a -20 °C y el transporte a las mismas condiciones.

En el almacenamiento en latas, la causa de daños en la pulpa de mango se debe a los microorganismos Bacillus megaterium y Bacillus cereus, el primero de ellos se

encontró en un 50% de las muestras y el segundo en un 25%. El punto de muerte se encuentra en un tratamiento con vapor a 100 °C durante 15 min. El microorganismo Clostridium pasteurinum se desarrolla a pH mayores de 4.0, lo que nos fija la acidez final del producto.(7),(8)

Los organismos psicrófilos son aquéllos capaces de crecer a bajas temperaturas, sobrevivir la congelación, y desarrollarse durante el congelamiento. Son causantes de los malos olores y defectos físicos en los productos refrigerados. Dentro de este grupo se encuentran las bacterias Pseudomonas ( que se incluyen en casi todos los grupos que descomponen alimentos), Achromobacter y Flavobacterium. También se incluyen algunos hongos como Geotrichum y Penicilium. Los sustratos ricos en carbohidratos, en cambio, son preferidos por los sacarolíticos que producen etanol (contraproducente en jugos) además de algunos ácidos e incluso hacer explotar los envases. En este grupo se encuentran las bacterias Lactobacillus, Streptococcus, Salmonella, etc.(16)

## ESTUDIO DE MERCADO.-

### Características del producto.

El producto proyectado consiste en pulpa de mango molida y envasada en su jugo, pasteurizada y sellada herméticamente de tal forma que sea apta para el consumo humano.

Las especificaciones del producto son: Pulpa de mango de alta calidad finalizada en malla número 20 pasteurizada, sin adición de azúcar ni conservadores, a 32 °Bx (16 °Bx de la pulpa en su estado normal).

### Usos del producto.

El mango fresco tiene una gran diversidad de usos entre los que destaca su consumo para fruta fresca, rivalizando con las mejores frutas conocidas en el mundo, por su atractivo a la vista y por su delicado sabor y aroma. Puede comerse en estado verde, sazón, a medio madurar, o bien maduro. Cocido y endulzado puede ser empleado en la preparación de dulces, conservas, ates y jaleas.

La pulpa de mango se utiliza solo o combinado con otras frutas en la preparación de purés, néctares, refrescos o nieves.

### Productos similares.

Dentro de la industria alimenticia, encontramos varios productos que compiten con la pulpa de mango en el mercado, como son los elaborados a base de otro tipo de frutas, principalmente los cítricos.

También podemos citar a la pasta de tomate como alternativa, factible de exportación.

### **DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA.-**

Por la ubicación geográfica de la República Mexicana y los suelos adecuados, el cultivo y desarrollo de mango es favorable. Esta fruta se produce en casi la totalidad del país, sin embargo, con fines de exportación, destacan los estados de la costa del Pacífico como son: Sinaloa, Nayarit, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, donde se concentran las variedades finas y de mayor calidad.

### **Superficie, producción y valor.**

En la serie histórica que comprende de 1980 a 1989, se observa que de la superficie inicial cosechada, de casi 60,000 hectáreas hasta 1989 ha mantenido un crecimiento sostenido alcanzando en este último año la cantidad de 197,000 hectáreas. El rendimiento en este periodo ha fluctuado alrededor de las 10,000 ton. por hectárea, con límites entre 8.6 y 11.7, lo cual ha permitido obtener una producción en el primer año citado de 561,000 ton. hasta alcanzar, en 1989 1'122,111 toneladas. El valor de la producción a valor constante de 1989 ha pasado de 298,416 millones de pesos a 272,426, con lo que podemos afirmar que el precio del producto ha perdido 54.3% de su valor de 1980.

Los principales productores de mango fueron los estados de Veracruz, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa y Guerrero. Con fines de exportación, son los estados de Sinaloa, Nayarit, Michoacán y Colima, los principales productores cuyas variedades finas son destinadas preferentemente al exterior. (1)

**TABLA 4**  
**REPUBLICA MEXICANA**  
**CONSUMO NACIONAL APARENTE DE MANGO FRESCO**  
**AÑOS 1980/1989**

Año	Producción (Ton.) (A)	Exportación (Ton.) (B)	%	Consumo Aparente (C=A-B)
1980	560,811	12,802	2.3	548,009
1981	638,006	15,395	2.4	622,611
1982	561,114	16,132	2.9	544,982
1983	685,300	29,895	4.4	655,405
1984	685,412	34,326	5.0	651,086
1985	748,775	29,884	4.0	716,764
1986	896,699	36,889	4.1	869,810
1987	920,690	41,374	4.5	879,316
1988	959,850	29,393	3.1	930,457
1989	1'122,111	37,930	3.4	1'084,181

FUENTE: SARH, Dirección general de desarrollo agrícola.  
 CONAFRUT, Delegación Sinaloa.(1)

PROYECCION DE LA PRODUCCION DE

MANGO

Año	Nacional (Ton.)	Sinaloa (Ton.)
1990	1,187,209	106,848
1991	1,251,044	112,544
1992	1,314,880	118,339
1993	1,378,715	124,084
1994	1,442,550	129,829
1995	1,506,386	135,545
1996	1,570,221	141,320
1997	1,634,057	147,065
1998	1,697,892	152,810
1999	1,761,728	158,555

Para realizar la proyección se probaron 4 tipos de regresiones, que fueron lineal, logarítmica, exponencial y de potencia de las cuales, la lineal fué la que presentó mejor coef. de correlación.

Los datos resultantes fueron:

B=59394.2303

A=-117089973.3

r=0.95702

SDY=187900.7974

PROYECCION DE LA PRODUCCION DE  
MANGO

Año	Nacional (Ton.)	Sinaloa (Ton.)
1990	1,187,209	106,848
1991	1,251,044	112,544
1992	1,314,880	118,339
1993	1,378,715	124,084
1994	1,442,550	129,829
1995	1,506,386	135,545
1996	1,570,221	141,320
1997	1,634,057	147,065
1998	1,697,892	152,810
1999	1,761,728	158,555

Para realizar la proyección se probaron 4 tipos de regresiones, que fueron lineal, logarítmica, exponencial y de potencia de las cuales, la lineal fué la que presentó mejor coef. de correlación.

Los datos resultantes fueron:

B=59394.2303

A=-117089973.3

r=0.95702

SDY=187900.7974

**TABLA 6**  
**POBLACION GENERAL**  
**HABITO DE CONSUMO DE FRUTA INDUSTRIALIZADA.**

PRODUCTOS	CONSUMIDORES %	NO CONSUMIDORES %
JUGOS	66.0	34.0
MECTARES	45.0	54.0
MERMELADAS	93.0	7.0
FRUTAS EN ALMIBAR	80.0	20.0
JALEAS Y ATEES	20.0	80.0
PURES	26.0	74.0

FUENTE: Encuesta realizada por la CONAFRUT.

**TABLA 7**  
**CONSUMO INDUSTRIAL DE MANGO Y CONSUMO PER**  
**CAPITA DE PRODUCTOS DE MANGO.**

<b>AÑO</b>	<b>CONSUMO INDUSTRIAL (Ton.)</b>	<b>CONSUMO PER CAPITA (Kg por Hab.)</b>
1980	46,510	0.61
1981	49,814	0.65
1982	53,212	0.69
1983	56,923	0.71
1984	59,752	0.785
1985	63,320	0.82
1986	66,679	0.87
1987	70,040	0.92
1988	73,398	0.98
1989	76,757	1.04

**FUENTE:** Comisión Nacional de Fruticultura. CONAFRUT.(1)

TABLA 8

PROYECCION DEL CONSUMO INDUSTRIAL DE MANGO Y CONSUMO PER CAPITA DE PRODUCTOS DE MANGO.

ANO	CONSUMO INDUSTRIAL (Ton.)	CONSUMO PER CAPITA (Kg por Hab.)
1990	80,166	1.10
1991	83,475	1.17
1992	86,834	1.24
1993	90,194	1.32
1994	93,553	1.40
1995	96,913	1.48
1996	100,272	1.57
1997	103,631	1.67
1998	106,990	1.77
1999	110,350	1.88

Para realizar la proyección, se probaron 4 tipos de regresiones, que fueron: lineal, logarítmica, exponencial y de potencia.

El consumo de mango fresco debido a las industrias presentó un comportamiento lineal ( $Y=A+B \cdot X$ ) cuya pendiente, ordenada al origen, coef. de correlación y desviación standard fueron:

B=3359.3  
A=-6604891  
r=0.9993236  
SD Y =5315.114

El consumo per capita de mango procesado presentó un comportamiento exponencial ( $Y=A \cdot B^X$ ) cuya pendiente, ordenada al origen, coeficiente de correlación y desviación standard fueron:

B=1.061066  
A=6.5325 X10-52  
r=0.9868  
SD Y =9.4972 X10-2

### Destino de la producción nacional.

El mercado nacional absorbe la mayor parte de la producción de mango, ya que en 1989 se destinó a este mercado el 96.6% del volumen producido.

Los principales centros consumidores de esta fruta lo son las grandes concentraciones urbanas de la república como la ciudad de México, Puebla, Guadalajara y Monterrey.

Para 1989, el porcentaje que se destinó a las exportaciones fue del 3.4% la industria absorbió el 6.9% se desperdició el 8% por transporte. Sinaloa produjo 89,900 ton. de las cuales 11,729 se exportaron, quedando un volumen de 78,171 ton. para consumo nacional y la industria. La cantidad que ésta absorbe, es insignificante ya que actualmente hay 3 plantas que casi esporádicamente procesan pequeños volúmenes de mango en el estado de Sinaloa.

### Fruta fresca.

El consumo de mango como fruta fresca representa el mayor monto en el total de la producción, significando poco más del 78%. La marcada preferencia que goza el mango en comparación con otros productos frutícolas, crea la necesidad de elaborar estudios más profundos, con el fin de fijar la prioridad perteneciente en la ejecución de alternativas para el

Existen en la actualidad, mangos de variedades mejoradas, las cuales tienen gran aceptación en los mercados internacionales, lo que permite la exportación de este producto hacia otros centros de consumo.

No obstante el potencial de consumo como fruta fresca el mango parece encontrar fuertes obstáculos en su capacidad de consumo. El precio parece ser uno de los principales problemas, ya que para una buena parte de los sectores de consumo del mango, significa un lujo dentro de la dieta alimenticia.

#### Fruta Industrializada.

El mercado de fruta industrializada en México, puede considerarse incipiente y poco explotada, no obstante que dicho mercado está siendo atacado por varias empresas de la iniciativa privada, con un amplio aprovechamiento en los productos frutícolas industrializados, de entre los que destacan los derivados del mango tales como rebanadas, jugos y néctares.

Resulta de interés señalar, que los problemas a los que se enfrenta la industria procesadora de mango en cuanto a escasez, calidad y precio, no representa un obstáculo, ya que la producción de pulpa se efectuará a partir de mango que aún siendo de buena calidad, no pasa

por las exigencias en el control de calidad que requiere para ser un mango de exportación. Por tal motivo, la calidad en la recepción de la materia prima no representa problema alguno.

Características de los consumidores.

Se hizo una estimación de los clientes potenciales para el producto pulpa de mango natural. La industrialización de productos de mango está cubierta por aproximadamente 25 empresas, siendo las mas importantes Clemente Jacques, Del Centro, Del Valle, Del Fuerte, Iberia y Jumex.

Clientes potenciales estimados.

- A.- Fabricantes de mermeladas tipo casero. (sin marca para la industria de pasteles).
- B.- Fabricantes de refrescos sin gas.
- C.- Fabricantes de jugos de frutas.
- D.- Fabricantes de helados y paletas.
- E.- Fabricantes de yogurth.

No se tomó en consideración a los fabricantes de conservas enlatadas ni mermeladas de marca, ya que se conoce que su insumo es basicamente, fruta fresca de temporada.

- A.- Industrias de jugos de frutas y refrescos sin gas.

Estas industrias generalmente usan como insumo básico, fruta fresca de temporada, procesándola integramente hasta obtener sus productos finales.

El consumo estimado de fruta fresca, mango específicamente, no pudo ser obtenido de manera confiable, solo se puede afirmar que va en aumento, motivado principalmente por la oferta creciente de varios tipos de frutas y presiones de los productores e introductores.

El precio de compra varía entre \$2,600.00 y \$2700.00 por kilo al mayoreo.

#### B.- Industrias de helados y paletas.

Estas industrias son las mas interesadas en el producto "pulpa de mango natural" y su consumo es también el mas importante y en aumento, pues el sabor del mango natural esta siendo promovido y aceptado por todas las marcas líderes.

Una de la empresas líderes, el grupo "Holanda-Bing" que tiene fábricas en México D.F., Guadalajara y Aguascalientes está consumiendo aprox. 40 toneladas mensuales de pulpa de mango natural. Otra empresa líder el grupo "Bambino-Danesa" que pertenece a la transnacional Nestlé y que tiene fábricas en el D.F. y Lagos de Moreno, Jalisco se estima que consume 25 a 30 ton. mensuales de pulpa de mango. Las otras empresas medianas de helados y paletas podrían consumir entre 1 y 2.5 ton. mensuales, con lo que podríamos configurar un estimado de mercado de 70 ton. mensuales conservadoramente.(12)

### MERCADO EXTERIOR.

Estados Unidos de América es un gran consumidor de pulpa de mango, siendo su principal proveedor India. El consumo de pulpa mexicana se muestra en la tabla siguiente:

TABLA 9

AÑO	CONSUMO APARENTE (ton/año)
1984	2,319.000
1985	4,043.000
1986	3,468.000
1987	1,082.000
1988	2,275.000
1989	1,678.000

FUENTE: Departamento de Agricultura de E.U.A.(11)

Durante mediados de la década de los 80's este país, impuso el cierre de sus fronteras al mango mexicano, debido al uso nacional de un insecticida no autorizado. A finales de esta década, se empezó a utilizar un tratamiento hidrotérmico con el cual se desechó el uso de este insecticida, por lo que tanto el mango fresco como sus derivados, se ven influenciados positivamente en la exportación hacia este país.

Otro gran consumidor de pulpa de mango se tiene en Japón. En un informe de demanda realizado por la empresa "Agroindustrias El Rodeo", se obtuvo la siguiente información:

**TABLA 10**

**Concentrado de Mango Oro.**

<b>Brix</b>	31° a 33°
<b>pH</b>	3.7 a 4.3
<b>Empaque</b>	Tambores de 208 l (bolsas asépticas)
<b>Peso Neto</b>	229 a 231 Kg
<b>Pedidos</b>	Marzo
<b>Entrega</b>	Septiembre
<b>Precio por tonelada</b>	L.A.B. puerto mex. \$ 1,300 USD
<b>Pago</b>	15 días
<b>Orden mínima</b>	75 tambores
<b>Mínimo a embracar</b>	18.2 ton.

De los comportamientos de las proyecciones observamos que el consumo per cápita presenta un comportamiento exponencial y la industrialización del mango un comportamiento lineal. Esto quiere decir que el consumo per capita se incrementa mas rapidamente que el procesamiento de la fruta por lo que se requieren mayores volúmenes de mango procesados. Esto corrobora la información obtenida en la cual nos dice que la industria nacional empacadora de frutas y hortalizas ha ido creciendo a un ritmo lento, siendo su tasa de crecimiento de solo 5.7% promedio. En cambio el consumo per cápita aumentó en un 6.13% promedio por lo que se presentó una sobredemanda del 2.1%.

La demanda Nacional de estos productos ha ido aumentando continuamente, llegando en 1989 a 1.04 Kg de producto industrializado consumidos per cápita, por lo que la demanda se considera insatisfecha.

Además, las grandes empresas como JUMEX que es una de las mas importantes, producen su pulpa para consumo interno de la empresa, y su comercialización se realiza en mercados internacionales, por lo que el déficit de pulpa se incrementa.

En lo referente al mercado estadounidense lo mencionado en la tabla 9 se refiere solamente a la pulpa que se quedó en el país. Sin embargo este es el canal de

distribución hacia los demás mercados internacionales como lo son Europa y el Medio Oriente, encontrándose empresas que se dedican a la compra-venta de la pulpa.

Consideramos adecuado producir 3.63 ton/día durante el primer año de operación y aumentar la producción hasta 10.89 ton/día dependiendo del comportamiento del mercado, para satisfacer las demandas del mercado nacional y/o exportar la pulpa para tratar de obtener mayores ganancias.

#### PROCESOS EXISTENTES.-

Los procesos para la elaboración de pulpa de frutas, difieren en cuanto a los métodos de precalentamiento, preservación y concentración de la materia prima, los demás pasos son esencialmente los mismos. La selección de los anteriores equipos depende de la cantidad de materia prima a procesar, de la concentración final a la que se desea llegar y los costos de inversión y operación.

La preparación de jugos, pulpas y purés se inicia (comercialmente) con el lavado y seleccionado de la fruta, seguido del precalentado y el despulpado. El precalentamiento de la fruta tiene dos funciones: (1) destruir las enzimas que causan la oxidación, (2) ablandar la fruta lo suficiente para que se pueda efectuar la separación de la cáscara y hueso de la pulpa.

La operación de despulpado se realiza en tamizadores especiales de acero inoxidable, a una velocidad entre 200-800 rpm. Es una operación de 2 etapas: la primera tiene perforaciones relativamente grandes (0.25 in.) que es donde se elimina la cáscara y el hueso, y la segunda que es donde se refina la pulpa con perforaciones en el tamiz, entre 0.023-0.027 in. La operación siguiente es la concentración, pero debido a su importancia se profundiza en ello mas adelante. La pasteurización del producto se realiza mediante un proceso continuo.

El primer paso para la pasteurización es el precalentamiento que depende del método de concentración a seleccionar. Por ejemplo, en el proceso de evaporación no se requiere ya que el equipo proporciona la temperatura requerida.

El segundo paso consiste en la deareación de la pulpa, que se efectúa en un tanque de balance a la salida del paso anterior.

El tercer paso y cuarto paso se realizan en cambiadores de calor que la calientan para posteriormente enfriarla.

Para el envasado, almacenamiento y comercialización de jugo de frutas, resulta muy costoso realizarlo a concentraciones normales. El concentrarlo ofrece la ventaja de costos menores de almacenamiento y envasado, además, concentrando los jugos, se obtienen mejores colores y sabores que utilizando el jugo sin concentrar. (6)

#### APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS.

En los procesos de elaboración de productos frutícolas, el bagazo y las cáscaras constituyen subproductos importantes que en la mayoría de los casos, son considerados como desechos. De acuerdo con varios investigadores, la cáscara del mango representa un 15% del peso del fruto y su contenido de pectina está entre 2 y 3 % de su peso. Desde el punto de vista económico, y

debido a la gran diversidad de usos de la pectina ( en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmetológica), su mercado es sumamente amplio en México. Sin embargo, nuestro país se abastece de pectina fundamentalmente através de la importación, lo cual eleva gradualmente su precio, regido por el mercado cambiario. Actualmente se importan 50 ton. al año, que resultan insuficientes para cubrir la demanda interna.

El proceso de extracción de la pectina se fundamenta en un tratamiento térmico ácido para promover la solubilización del material péctico, y en una recuperación posterior por precipitación en un medio alcohólico, en el cual las pectinas son insolubles, o bien por la adición de cloruro de aluminio. (16)

## SELECCION DEL PROCESO.-

### Conservación.

Los jugos de frutas se pueden preservar mediante varios métodos. Estos incluyen el intercambio de calor, empaque aséptico (usando altas temperaturas y cortos tiempos de esterilización), concentración de jugo a 70% de sólidos o mas y congelación. De todos estos métodos, la congelación se considera como el mejor para retener el sabor y color característicos del jugo de fruta.

Grandes cantidades de fruta como manzana y uva se concentran a 50% Bx o mas y se envasan en tambores de 208 l. Productos de esta concentración no requieren almacenamiento en frío, porque la alta presión osmótica a estas concentraciones inhibe el desarrollo de microorganismos. En años recientes, se ha utilizado el método de altas temperaturas en tiempos cortos teniendo el producto una concentración final de 20-25 Bx y se almacena evitando bajas temperaturas. Otra ventaja de estos métodos es que permite el envasado en grandes cantidades.

La conservación se puede efectuar también mediante agentes químicos, pero hay consumidores que no permiten su uso. (6)

## Métodos de concentración de pulpa de frutas.

Los concentrados de frutas se realizan mediante los siguientes métodos:

- Concentración por congelación.
- Concentración por osmosis inversa.
- Concentración por evaporación.

### Concentración por congelación.-

El agua se remueve de la pulpa mediante la formación de cristales de hielo. Este proceso, se utiliza comunmente para la concentración de jugo de naranja. Consiste de 3 elementos fundamentales: (a) un cristalizador o congelador que produce la formación de cristales, (b) el separador (centrifuga o filtro prensa) para separar los cristales de hielo de las aguas madres y (c) una unidad de refrigeración. La principal desventaja de este proceso es su alto costo. Además, no se puede controlar el crecimiento de cristales durante un cierto periodo de tiempo que produce simultaneamente una excesiva pérdida de sólidos atrapados en los cristales de hielo.

### **Concentración por ósmosis inversa.-**

La ósmosis ocurre en muchos sistemas biológicos donde un líquido diluido y un líquido concentrado se separan mediante una membrana semipermeable. Mediante la aplicación de presión es posible forzar al agua a que fluya de la parte de mas concentración hacia la de menor. Este tipo de equipo reduce en un 50% el consumo de energía en la concentración de frutas usadas en dulces, nieve, pasteles y otras golosinas. Tambien reduce el peso de la fruta a la mitad lo que conduce a una reducción de volumen que repercute sustancialmente en la disminución de los costos de empaque, refrigeración, congelación, manejo y almacenamiento.

Las membranas también pueden operar a temperaturas mayores a 150 °F lo que permite el precalentamiento.

La principal desventaja de este equipo es su alto costo de inversión y el elevado costo de reposición de las membranas.

### **Concentración por evaporación.-**

La evaporación es la concentración de una solución a partir de la ebullición de un solvente. Esta tiene 3 aplicaciones en la industria alimenticia:

- Preconcentración de un líquido previa al proceso.
- Reducción del volumen del líquido para aminorar los costos de almacenaje, empaquetamiento y transporte.

-Incremento de la concentración de los sólidos solubles en los alimentos para reducir la actividad del agua así como para la conservación de los mismos.

Un ejemplo típico del proceso de evaporación es la manufactura de la pasta de tomate, usualmente alrededor de 35 a 37% de sólidos totales a una concentración inicial de 5 a 6%.

Para la concentración de pulpa de frutas, es necesario tomar en cuenta otros factores muy importantes para la introducción al mercado de este tipo de producto como lo son color, sabor y textura de la pulpa. Estos factores influyen de manera significativa en el precio y la calidad del producto final.

Con base en los aspectos mencionados anteriormente se selecciona el método de evaporación que es el que requiere inversión inicial mas baja, además de ser el mas utilizado actualmente en la concentración de pulpa de frutas.

## TIPOS DE EVAPORADORES.

Los evaporadores al vacío se construyen generalmente en varias etapas. El medio más común de calentamiento en este equipo es el vapor de agua. La operación de vacío no se utiliza solamente para remover el agua, sino que también reduce la temperatura de ebullición de la pulpa. La ventaja de este equipo se debe al efecto del vacío, que utiliza la expansión del vapor para reducir el volumen de agua, lo que disminuye la cantidad de vapor requerida.

### Paila cerrada.

Es el sistema comercial más simple y económico de evaporación, por ello es el más popular a menor escala.

Se utiliza en la industria alimenticia para operaciones en lotes y en algunos procesos alimenticios para menores cantidades a procesar, tales como las mermeladas y jaleas.

El producto se calienta mediante vapor en un recipiente cilíndrico enchaquetado. El sistema puede estar abierto a la atmósfera o a un condensador a vacío. El medio de calentamiento puede ser también un cambiador de calor en el fondo del recipiente. No se utiliza para grandes capacidades ya que la superficie de transferencia de calor pierde efectividad y puede

### Evaporadores de membrana ascendente y descendente.

Se clasifican como equipos de circulación natural aquellos en los cuales la circulación del producto resulta de la reducción en la densidad de la solución por calentamiento y por la presión generada por el vapor que envuelve a la superficie. Se clasifican como equipos de circulación forzada aquellos en donde se utiliza una bomba para colocar la pulpa en la superficie de calentamiento.

En los evaporadores de tipo ascendente, el líquido diluido se introduce en una cámara debajo de los tubos y asciende por estos. Mientras el vapor es introducido a la cámara, el líquido alcanza un punto de ebullición y en la columna del líquido se forman burbujas de vapor. Estas se expanden conforme ascienden y empujan al líquido hacia arriba aumentando su velocidad. La mezcla líquido-vapor sale de los tubos para dirigirse a un separador de vapor. Esta clase de evaporadores se utilizan en la industria alimenticia para soluciones de mediana viscosidad y para materiales sensibles al calor. En un evaporador de membrana descendente, a diferencia del primero, los tubos están sobre la cámara y el líquido fluye como una membrana delgada por la superficie interna de los tubos. Se utiliza para mayores viscosidades que el anterior y permite más efectos, presenta un tiempo de residencia mucho menor con la desventaja de que su diseño es mucho más complicado.

Las ventajas del evaporador de membrana descendente sobre las de membrana ascendente son:

La diferencia de calor entre el fluido caliente y el fluido frío es pequeña (menos de 15 °F).

El tiempo de retención para el líquido en el evaporador es menor.

Capacidad de manejo de sólidos para algunos tipos de membrana descendente lo que no puede realizar el segundo de estos.

Caidas de presión menores.

Una combinación de los anteriores se realiza en un equipo de un solo paso, en el cual el jugo se introduce en el fondo de un conjunto de tubos a una temperatura por arriba del punto de ebullición. La descarga de la mezcla líquido-vapor se separa en la parte superior.

#### Evaporador de platos.

Es un equipo de un solo paso que utiliza platos de acero inoxidable especialmente modificables como superficies de intercambio de calor. Es considerablemente más compacto que los evaporadores convencionales de vacío. La ventaja de este método de evaporación es la pequeña cantidad de líquido en el sistema en cualquier tiempo. Se describe al sistema como un evaporador de membrana ascendente y descendente en el cual el líquido se alimenta en la parte inferior y sube y baja através

de platos alternos. El número de platos se puede variar dependiendo de la capacidad requerida pero para flujos muy pequeños el diseño mecánico se complica.

#### Evaporadores de película inducida.

El líquido a evaporar fluye por la superficie caliente de un cilindro; debido a placas que rotan a altas velocidades, se induce a una membrana delgada. El calor de evaporación se transfiere através de la pared del cilindro. La mezcla de vapor producida durante el calentamiento puede ser separada por un separador adjunto o por otro dentro del mismo. Este equipo se utiliza para viscosidades altas.

#### Evaporador rotatorio de vacío.

Este tipo de equipo se utiliza para los procesos alimenticios. Esta formado por tubos acomodados en espiral adaptados para operaciones al vacío sumergidos en el líquido hirviendo. El rango de agua evaporada es de 55-65 lb/(hr.ft<sup>2</sup>) de materiales viscosos a una concentración del 50%. Tanto el evaporador rotatorio de vacío como el de película inducida requieren altas capacidades de producción para hacer redituable la inversión.

### Evaporadores de alta velocidad-alta temperatura.

Este equipo utiliza altas temperaturas para obtener una alta velocidad de evaporación en un período muy corto de tiempo. El tiempo de residencia total es aproximadamente menos de 1 minuto. El jugo se calienta a 195 °F y se pasa através de una válvula de expansión a una presión menor de 19 in. de Hg. Es un evaporador que utiliza etapas múltiples para altas capacidades.

#### Construcción de evaporadores básicos.

El sistema de evaporador industrial normalmente consiste de:

- Un cambiador de calor para administrar calor sensible.
- Un separador en el cual el vapor se separa de la fase líquida concentrada.
- Un condensador para efectuar la condensación del vapor y removerla del sistema. Este se puede omitir si el sistema está trabajando a presión atmosférica.

#### Factores que influyen en el punto de ebullición.

La fuerza que promueve la transferencia de calor en un cambiador de un evaporador es el gradiente de temperatura entre el medio de calentamiento y el líquido a ser calentado. Este gradiente se ve afectado por varios factores:

Presión externa.- Un líquido hierve cuando su presión de vapor es igual a la presión externa a la que está

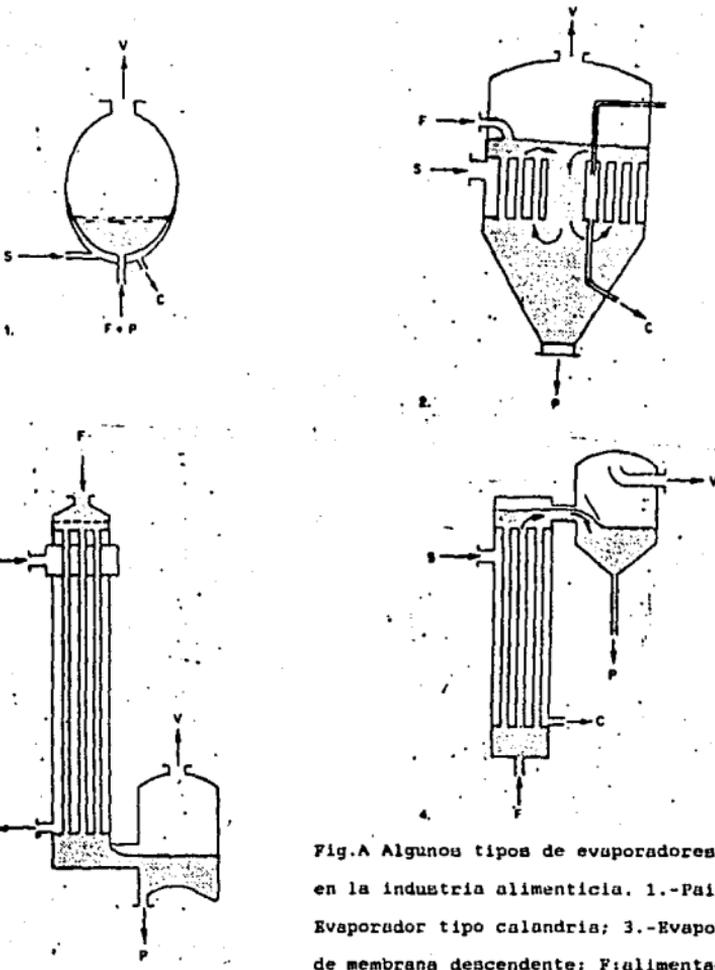


Fig.A Algunos tipos de evaporadores usados en la industria alimenticia. 1.-Paila;2.-Evaporador tipo calandria; 3.-Evaporador de membrana descendente; F:alimentación; V: Vapor; P:producto; S:vapor; y C:condensado.

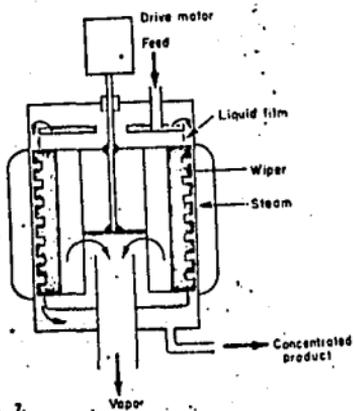
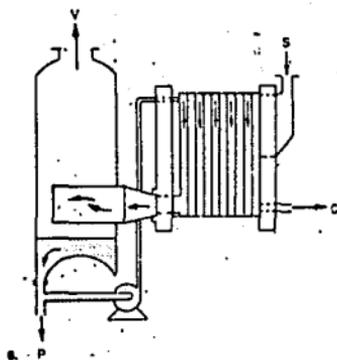
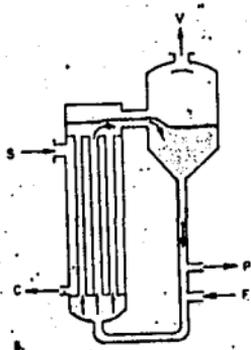


Fig.A (continuación). Evaporador de membrana ascendente de paso sencillo; 5.-Evaporador tipo termosifón; 6.-Evaporador de platos; 7.- Evaporador de película inducida.

Sólidos disueltos.- El punto de ebullición de una solución es mayor que el del solvente puro, a la misma presión. A medida que la evaporación procede, la concentración del líquido aumenta y consecuentemente el punto de ebullición. Este cambio lleva a una disminución progresiva del gradiente de transferencia de calor.

Cabeza hidrostática.- Es la distancia vertical de la superficie libre al nivel especificado. Por esto la temperatura de ebullición de un líquido en un evaporador varía con la profundidad. Este aumento en la temperatura de ebullición con el aumento de la profundidad, disminuye el gradiente entre el medio de calentamiento y el líquido, lo que conduce a un sobrecalentamiento del proceso. (14), (15)

Tipo	Profundidad del tubo	Circulación	Viscosidad (Pa.s x 10 <sup>3</sup> )	Cap. de manejo de sólidos suspendidos.	Coef. de tiempo transf. de calor		Costo de residencia
1A	larga	natural	hasta 50	si	medio	alto	bajo
1B	larga	influenciada	hasta 150	si	bueno	alto	bajo/medio
1C	corta	natural	hasta 20	si	medio	alto	alto
1D	corta	influenciada	hasta 2000	si	bajo	muy alto	alto
1E	larga	forzada	hasta 500	si	medio	muy alto	muy alto
2	W/R	forzada	hasta 500	limitada	bueno	medio	medio
3	larga	W/L	hasta 1000	No deseable	bueno	bajo	medio
4	media	W/L	hasta 2000	No deseable	bueno	bajo	medio
5	W/R	W/L	hasta 2000	muy limitado	bueno	bajo	bajo/medio
5	W/R	W/L	hasta 2000	muy limitado	bueno	bajo	bajo/medio
6A	larga	W/L	hasta 3000	No deseable	Excelente	muy bajo	medio
6A	larga	W/L	hasta 3000	No deseable	Excelente	muy bajo	medio
6B	larga	media	hasta 1000	si	bueno	bajo	medio
6B	larga	media	hasta 1000	si	bueno	bajo	medio
7	W/R	W/L	hasta 3000	NO	Excelente	muy bajo	medio
8	W/R	Nula	hasta 10000	si	Excelente	bajo	muy alto

TABLA DE PUNTAJACIONES.

Tipo	Circulación	Capacidad de manejo sólidos	Coef. de transferencia de calor	tiempo de residencia	Costo	Suma
1A	5	10	4	4	10	33
1B	3	10	6	4	8	31
1C	5	10	4	4	4	27
1D	3	10	2	2	4	21
1E	2	10	4	2	2	20
2	2	8	6	6	6	28
3	1	4	6	8	6	25
4	1	4	6	8	6	25
5	1	6	6	8	8	29
5	1	6	6	8	8	29
6A	1	4	8	10	6	29
6A	1	4	8	10	6	29
6B	4	10	6	8	6	34
6B	4	10	6	8	6	34
7	1	2	8	10	6	27
8	8	10	8	8	2	28

1A Tubo Vertical. ( los demás tipos difieren en cuanto a su capacidad de manejo de sólidos, viscosidad, etc.)

2 Cambiador de calor de platos.

3 Tubos verticales de membrana ascendente.

4 Tubos verticales de membrana ascendente y descendente.

5 Platos de membrana ascendente y descendente.

6A Tubos verticales de membrana descendente. (el otro tipo se diferencia en cuanto a capacidad de manejo de sólidos, viscosidad, etc.)

7 Platos de membrana descendente.

8 Centrifugos y de membrana inducida.

W/R no requiere

W/L nula o limitada.

### Selección del evaporador.

De acuerdo con la calificación obtenida por cada tipo de evaporador, vemos que los tipos 1A, 1B, 5, 6 y 7 son los de mayor puntuación. Los dos primeros se eliminan ya que la viscosidad que manejan es muy baja para los requerimientos de proceso. De los 3 tipos restantes, todos eliminan los problemas de carga hidrostática, ya que la alimentación es en la parte superior, además de permitir el vacío para la disminución del punto de ebullición. Para el manejo de sólidos en suspensión se puede realizar en el 6B sin problemas, sin embargo el de platos lo realiza pero con dificultades. Hay otro tipo de evaporador llamado paila, que a pesar de sus grandes ventajas solo se utiliza para procesos en lotes. Su tiempo de residencia es mucho mayor que los otros tipos por lo que daña a la pulpa. Por estas razones se rechaza como una posible opción.

Ahora solo tenemos como posibles opciones los evaporadores de membrana descendente y el de platos de película ascendente-descendente. Como el flujo es relativamente pequeño, el número de platos se reduce disminuyendo la transferencia de calor. Se puede mantener un número deseable, pero el diseño mecánico se complica modificando el costo del equipo. De los evaporadores de tubos verticales, los dos cumplen con

los requerimientos. En cuanto a viscosidad, el costo es muy similar. Sin embargo, el primero no es capaz de manejar sólidos, a pesar de su mayor transferencia de calor y menor tiempo de residencia.

Por lo tanto, se selecciona el evaporador 6B que cumple en mayor medida con los requerimientos del proceso.

## BASES DE DISEÑO.

### LOCALIZACION DE LA PLANTA.

La planta se desea ubicar en el municipio de El Rosario Sin. en la carretera a Chametla Km. 2.2

### PRODUCCION DE PULPA DE MANGO.

El empaque Ma. Elena tiene una rezaga en su mango de exportación de 8 Ton/día, además se pretende absorber 4 Ton./día ya sea de los mangos no comercializados o de la rezaga de los demás empaques.

Se pretende procesar 12 Ton./día iniciales en 1 turno de 8 horas, y aumentar la capacidad hasta 3 veces aumentando los turnos, dependiendo del comportamiento del mercado.

### TIPO DE PROCESO.

El proceso utilizado consiste básicamente en extraer la pulpa del mango, cuya calidad final sea apta para el consumo humano. Proceso continuo, sanitario, cerrado con mínimo contacto con aire para mantener su calidad.

### CAPACIDAD, RENDIMIENTO Y FLEXIBILIDAD.

Factor de servicio = 105 días por año.

Capacidad de operación = 12 ton por día

Capacidad de diseño = 15 ton por día.

Flexibilidad: de 100 a 125%

Falla de energía eléctrica: a falla de energía eléctrica la planta no operará.

Falla de vapor: a falla de vapor la planta no operará.

Falla de aire: a falla de aire la planta no operará.

**ESPECIFICACIONES DE MATERIA PRIMA:** Mango fresco, sin maguyaduras considerables, preferentemente en estado sazón (16% de sólidos max), variedades para proceso: Kent, Keitt, Haden y Tommy Atkins, menos del 2.5% de mango en mal estado.

#### ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO TERMINADO.

Calidad: apta para consumo humano.

Humedad: 68% máximo.

Tamaño de sólidos: pasados por malla 20.

pH: entre 3.7 y 4.2

Densidad: 1.0625 g/cm<sup>3</sup>

calor específico: 0.40456 Cal/g °C

Punto de ebullición 109 °C. (a 32 Bx y P=atm)

#### RESTRICCIONES DE PROCESO.

Temperatura máxima permitida en el evaporador 70 °C

Incremento en la temp. de ebullición de la pulpa 10°

Temperatura máxima en el calentador de pulpa 120 °C

Tiempo de residencia en el escaldado 7.5 min.

Tiempo de residencia en el calentador de pulpa 3 min.

## BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA.

### A.- Balance de materia.

Flujo inicial=1875 Kg/hr

Flujo después de la seleccionadora

1875 Kg/Hr \* 0.975= 1828.125 Kg/Hr

Rezaga de mango fresco= 46.875 Kg/Hr (2.5%)

#### Despulpado.

Flujo de entrada= 1828.125 Kg/Hr

Hueso= 1828.125 \* 0.135 = 186.4687 Kg/Hr (13.51%)

Cáscara= 1828.125 \* 0.189 = 261.42 Kg/Hr (18.9 %)

Flujo de Salida= 1380.125 Kg/Hr

#### Refinado.

Flujo de entrada= 1380.125 Kg/Hr

Sólidos eliminados (malla 20)= 100.65 Kg/Hr

Flujo de salida = 1279.68 Kg/Hr

#### Evaporador.

Flujo de entrada = 1103.574 Kg/Hr a 15 °Bx

Flujo de salida = 517.3 Kg/Hr a 32 °Bx

Agua evaporada= 586.274 Kg/Hr

### B.- Balances de Energía.

#### Escaldado.

$Q=m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1) = 1828.125 \cdot 0.9 \cdot (82 - 20) = 269,409.375 \text{ Kcal/Hr}$

Pérdidas de calor= 2196.72 Kcal/Hr

Calor total requerido= 271,606.095 Kcal/Hr

Separador vapor-líquido

Flujo de entrada= 1279.68 Kg/Hr a P= atm

Presión en el separador=0.203 Kgf/cm<sup>2</sup>

Considerando expansión isoentalpica.

\* vaporización= 6.4

Flujo de vapor =81.899 Kg/Hr

Flujo de líquido =1197.781 Kg/Hr

Precaentador de pulpa.

$Q=m \cdot c_p \cdot (t_2 - t_1) = 1197.781 \cdot 0.40456 \cdot (60 - 40) =$

9.691.4856 Kcal/Hr

Evaporador

Calor latente.

$Q=m \cdot L = 677.760.42$  Kcal/Hr

Q total= 867.551.24 Kcal/Hr

Flujo de vapor =1317.6 Kg/Hr

Calentador de pulpa.

$Q=m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1) = 517.3 \cdot 0.20256 \cdot (110.0 - 60) =$

5,239.2144 Kcal/Hr

Flujo de vapor=20.615 Kg/Hr

Enfriador de la pulpa.

$Q=m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1) = 8628.9084$  Kcal/hr

flujo de agua= 908 Kg/Hr

## DESCRIPCION DEL PROCESO.

El mango se recibe de los límites de batería, se pesa y se lleva a almacenamiento para muestrear el lote, después se manda a proceso en un transportador de rodillos que maneja 5 ton/día. Esta corriente se junta con la rezaga proveniente del empaque (10 ton/día), y se juntan en una tolva que alimenta al lavador. Esta etapa consiste de una tina de  $3 \text{ m}^3$ , que lleva en su interior un transportador de rodillos, el lavado se realiza con agua, y se le inyecta aire a presión para provocar turbulencia y mejorar la eficiencia del lavado.

De la operación anterior se manda a una banda transportadora que maneja un flujo de 15 Ton/día y se selecciona el mango con la calidad requerida. En la parte inferior de transportador, se encuentran otros 2 transportadores de banda que llevan un flujo de 46.875 kg/hr de mango rechazado a los límites de batería.

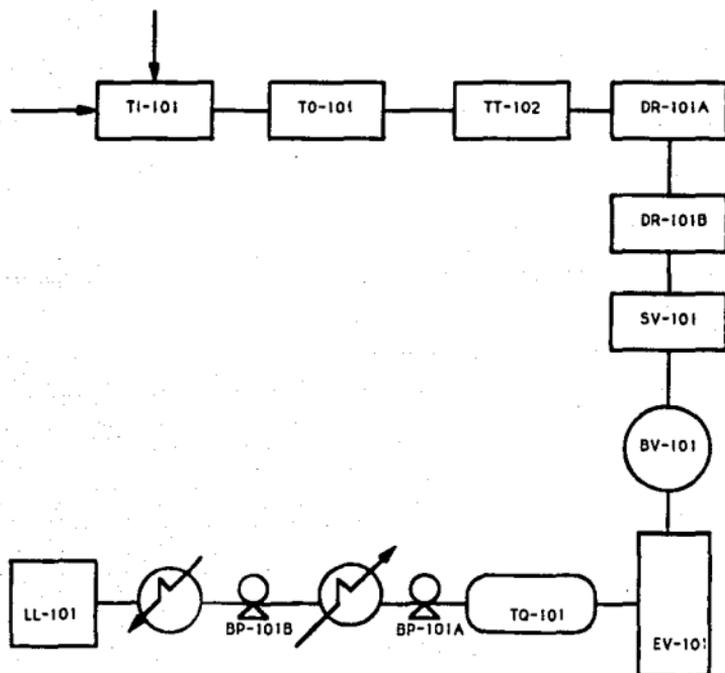
Mediante una tolva, se alimenta el mango proveniente de la selección al escaldador que consiste en una artesa o caja, con tapas y chorros de vapor saturado directos ( $P_{\text{man}}=2.109 \text{ Kg/cm}^2$ ) repartidos a lo largo de la artesa, en su interior lleva un transportador tipo tornillo sin fin y maneja un flujo de 1828.12 Kg/Hr de mango entero, todo en acero inoxidable, de 2.6 m de largo y tiempo de residencia de

El mango sale del escaldador a 82 °C, y pasa al pulpeador especial para frutas con hueso, que consta de una flecha central soportando 4 paletas que giran con un cedazo con perforaciones de 25.400 mm de diametro, todo en acero inoxidable. Aquí se separan los huesos y las cáscaras que salen por el frente (447.9 Kg/Hr) y la pulpa que sale através del cedazo (1380.2 Kg/Hr). El refinado de la pulpa se realiza en un equipo similar al anterior con perforaciones en el cedazo de 0.8382 mm, la pulpa sale por las perforaciones (1279.7 Kg/Hr) y los sólidos que no pasan la malla por el frente ( 100.65 Kg/Hr).

La pulpa entra a un separador vap.-liq. de 405 l de capacidad que se encuentra a vacío ( $P=0.203 \text{ Kg/cm}^2$ ), donde se elimina el aire presente en la pulpa. Esta se succiona hacia el evaporador que es calentado por vapor saturado a 104.44 °C, la pulpa hierve inicialmente a 60 °C y sale a una concentración de 32 °Bx y 65.55 °C. El flujo de salida del evaporador es de 517.217 Kg/Hr y pasa a un tanque acumulador de 312 l de capacidad a presión atmosférica. De aquí, se bombea la pulpa hacia los cambiadores de calor para realizar la pasteurización y asegurar la inactivación de enzimas. El primero de ellos es un calentador tipo doble tubo que utiliza vapor saturado a 126.66° C como medio de calentamiento.

calienta la pulpa durante 2.883 min. y pasa al otro cambiador tipo doble tubo, enfriado por agua a 20°C, para pasar posteriormente a la llenadora y envasar la pulpa asepticamente en tambores de 208 l.

## DIAGRAMA DE FLUJO



### Lista de Equipo

Clave	Equipo
Ti-101	Tina de Lavado
TR-101	Banda de Rodillos
TR-102	Banda de Rodillos
TO-101	Toiva
TT-102	Escaldador
DR-101A	Pulpeador
DR-101B	Refinador
SV-101	Separador V-L
BV-101	Bomba de vacío
EV-101	Evaporador
TQ-101	Tanque acumulador
BP-101	Bomba de Proceso
CC-101	Enfriador
LL-101	Lienadora

## ANALISIS ECONOMICO.

Para realizar la evaluación económica del proyecto se utilizaron los métodos que a continuación mencionamos:

### Estimación de la inversión.-

Para obtener los costos de los equipos de proceso se realizó mediante 3 formas:

A) Investigación directa.

B) Mediante la ecuación:  $C = C_2 * (P_1 / P_2)^2$

Esta ecuación nos da una idea aproximada del costo del equipo requerido en el proceso, obtenido de otro con capacidad y costos conocidos.

C) Mediante gráficas de costos de equipos en función de su capacidad.

La información de precios se realizó en octubre de 1990 y los precios obtenidos en la bibliografía se corrigieron por el índice de Marshall & Stevens a la misma fecha.

La estimación de la inversión fija se realizó por medio de porcentajes sobre el total de la misma. Este método proporciona una variación de los componentes de la inversión y costos como porcentajes de la inversión fija.(13)

### Valor Presente Neto.-

Es la variación en el patrimonio de quien realiza un proyecto, se encuentra restando la inversión neta de valor actual de los flujos de efectivo que se descuentan de una tasa denominada K cuyo valor puede ser entre otros la tasa correspondiente al costo de capital.

### Tasa Interna de Retorno.-

Se define como la tasa de descuento que hace que el valor presente de las entradas de efectivo sea igual a la inversión neta relacionada con un proyecto, es decir que la tasa interna es la tasa de descuento que hace que el valor presente neto de una oportunidad de inversión sea igual a cero y que las entradas a valor presente sean iguales a la inversión neta.

### % de Rentabilidad sobre la inversión.-

Es el porcentaje de rendimiento generada por una inversión y se calcula como:

$$\% R = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Inversión Total}} * 100$$

### Punto de Equilibrio.-

El punto de equilibrio de la empresa se define como el nivel de ventas con el cual se cubren todos los costos de operación fijos y variables, es decir, el nivel en el cual las utilidades son iguales a cero. (16)

**ANALISIS DE LA INVERSION.**

<u>Equipos de proceso</u>	Cantidad	Costo (miles de pesos)
Transportadores	paquete	\$ 70,704.760
Lavador	1	\$ 4,335.000
Báscula	1	\$ 20,162.330
Despulpador/Refinador	1	\$ 26,010.000
Separador vapor-líquido	1	\$ 2,500.000
Tanque acumulador	1	\$ 3,000.000
Cambiador de calor	1	\$ 8,756.700
Cambiador de calor	1	\$ 6,921.550
Llenadora	1	\$ 83,284.378
Bomba de doble diafragma	2	\$ 6,930.000
Evaporador	1	\$ 11,638.030
Eyector	1	\$ 10,381.970
Sistema de refrigeración	1	\$ 80,000.000
Subtotal		<u>\$334,624.718</u>
<u>Equipo Auxiliar.</u>		
Caldera y accesorios	paquete	\$188,887.750
Suavizador de agua	1	\$ 7,550.000
Sistema de circulación agua	paquete	\$ 30,319.800
Equipo de laboratorio	paquete	\$ 8,932.990
Equipo de seguridad	paquete	\$ 12,447.230
Equipo de mantenimiento y refacciones.	paquete	\$ 83,469.410
Subtotal		<u>\$331,607.180</u>
<b>Total</b>		<b>\$666,231.800</b>

### Inversión Fija.

-Costos de equipos de proceso. (Incluye: equipos de proceso, manejo y almacenamiento de materia prima, servicios auxiliares y manejo y almacenamiento de producto terminado.)	\$ 666,231.800
-Instalación de equipos de proceso. (Rango 6.7% . Incluye: costos de mano de obra, cimientos, soportes, plataformas, gastos de construcción y todo lo relacionado con la instalación de equipos.)	\$ 99,934.785
-Instrumentación y controles. (Rango 2.23% . Incluye: costos de instrumentos y su instalación.)	\$ 33,311.590
-Tubería. (Rango 3.34% . Incluye: tubería, válvulas, instalaciones, soportes y todo lo involucrado con tubería.)	\$ 49,967.390
-Electricidad. (Rango 2.23% . Incluye: costos de instalación, materiales, luz, etc.)	\$ 33,311.590
-Edificios. (Rango 3.34% . Incluye: servicios, materiales y todo lo relacionado con la construcción.)	\$ 49,967.385
-Mejoramientos de terreno. (Rango 2.23% . Incluye: costo de cercas, caminos, estacionamientos, etc.)	\$ 36,623.180
-Terreno.	\$ 30,000.000
-Requerimiento de servicios auxiliares.- (Rango 8.92% . Incluye lo relacionado con el suministro de vapor, agua, aire comprimido, etc.)	\$ 133,246.360
<b>Total de la inversión fija.</b>	<b>\$1'132,594.005</b>

Inversión Diferida.

-Ingeniería y Supervisión. Rango 8 % de la inversión fija. (Incluye los costos para el diseño de construcción, ingeniería, compra de equipo, contabilidad, comunicaciones, etc)	\$ 90,607.520
-Gastos de construcción. Rango 7 % de la inversión fija. (Incluye: costos de herra- mientas, personal de oficina durante la - construcción, impuestos y otros gastos de construcción.)	\$ 79,281.590
-Arranque de planta. (8% de la inversión fija).	\$ 90,607.520
-Contingencias. (5.0%)	\$ 56,629.700
Total de inversión diferida.	\$ 317,126.300

## Capital de Trabajo.

Es una inversión permanente requerida para la operación de la planta y que puede ser convertida en efectivo a corto plazo ( menos de 1 año).

Cálculo del capital de trabajo.

C.T. = Activo circulante - Pasivo circulante.

- (1) materia prima y otros suministros existentes en almacén.
- (2) Producto terminado en almacén.
- (3) Producto en proceso.
- (4) Efectivo requerido para el pago de salarios, materia prima, etc.
- (5) Cuentas por cobrar.
- (6) Cuentas por pagar.

	Monto (miles de pesos)
Inventario de materia prima. (Se recibe fruta para 6 días de producción.)	\$ 45,000.000
Inventario de producto terminado. (Se tomaron 10 días de producción al precio de venta.)	\$110,075.700
Inventario de producto en proceso. (Se toma como 1 día de producción.)	\$ 8,041.860
Efectivo. (Se toma como 30 días de sueldos , salarios, y prestaciones.)	\$42,253.800
Cuentas por cobrar. (Se toma como 30 días de ventas netas).	\$330,227.100
Cuentas por pagar. (se toma como 10 días de materia prima en inventario.)	\$75,000.000
	<hr/>
<b>CAPITAL DE TRABAJO:</b>	<b>\$460,598.460</b>

**Depreciaciones y Amortizaciones.-**

	Monto de Inversión (miles de pesos)	Tiempo de recuperación (Años)	Depreciación anual (%)	Monto (miles de pesos)
Edificio y constru- cciones.	49,967.385	20	5	2,498.369
Maquinaria y equipo	666,231.800	10	10	66,623.180
Terrenos	-	-	-	-
Costo de mon- taje y puesta en marcha.	190,542.350	10	10	19,054.235
Ingeniería de detalle.	90,607.520	10	10	9,060.752
<b>TOTAL</b>				<u>96,845.230</u>

RESUMEN DE INVERSIONES.  
(miles de pesos)

Inversión Fija.	\$ 1'132,594.005
Inversión Diferida.	\$ 317,126.300
Capital de trabajo.	\$ 460,598.460
<b>TOTAL DE INVERSION.</b>	<b>\$ 1'910,318.760</b>

## PRESUPUESTO DE INGRESOS.

El mercado que nos proponemos atacar se compone de 3 países: México es la primera opción, el precio por tonelada de producto es de \$2,657,000; E.U.A. es la segunda opción, cuyo precio por tonelada es de \$3,208,000; la tercera opción es Japón que paga por tonelada de producto \$3,760,000 (Estos precios se obtuvieron en noviembre de 1990).

Durante el primer año de operación no se piensa exportar ya que el mercado internacional es más exigente en cuanto a control de calidad. Por ello consideramos conveniente ajustar el proceso hasta obtener la calidad requerida para exportación e incrementarla paulatinamente, hasta exportar casi la totalidad de la producción.

Además, durante los primeros 3 años la planta opera durante un solo turno de 8 Hrs., en el cuarto año de operación se piensa incrementar la producción al doble, mediante otro turno de operación y en el tercer año incrementarla hasta 3 turnos triplicando la producción.

El interés por exportar se debe a que el mercado internacional remunera con más utilidades que el mercado nacional siempre y cuando se tenga la calidad requerida en el producto final.

Año	Producción. (Ton.)	(*) Ingresos. (miles de pesos.)
1	435	a) 1'155,904 b) - c) -
2	435	a) 866,928 b) 348,870 c) -
3	435	a) 693,542 b) 558,192 c) -
4	869	a) 923,660 b) 1'497,494 c) 205,296
5	869	a) 588,710 b) 1'915,657 c) 205,296
6	869	a) 461,831 b) 2'055,045 c) 205,296
7	1,305	a) 693,543 b) 2'911,932 c) 205,296

NOTA: \* opción a) se refiere a México, b) a E.U.A., y c) a Japón.

AÑO	INGRESOS TOTALES. (Miles de pesos.)
1	1'155,903
2	1'215,797
3	1'251,734
4	2'696,533
5	2'742,055
6	2'757,229
7	4'107,892
8	4'107,892

### COSTOS DE PRODUCCION.

Costos de producción= Costo directo + costos indirectos  
+costos fijos.

Costos directos de producción= Materia prima + mano de obra + supervisión + mantenimiento + materiales de planta + regalías y patentes + servicios.

Costos indirectos de manufactura= Envases + laboratorios.

Costos fijos de producción= Depreciación + impuestos + seguros.

(NOTA: TODOS LOS COSTOS ESTAN EN MILES DE PESOS.)

#### Costos directos de producción.

Materia prima: El costo de mango fresco es de 200 \$/ kg con una producción de 1,575 ton/año

\$ 315,000.00

Mano de obra: Se requieren 15 obreros por turno con un salario de 10,080 \$/día.

\$ 15,876.00

Prestaciones y Sobresueldos:(se considera el 40% de el salario).

\$ 6,350.40

Supervisión: se requiere un Ingeniero por turno con un salario de 50,000 \$/día.

\$ 5,250.000

Prestaciones y sobresueldos:

\$ 2,100.000

Mantenimiento: 4 obreros por turno y un jefe de mantenimiento con sueldos 10,000 \$/día y 50,000 \$/día.

9,483.600

Prestaciones y sobresueldos: 3,793.440

Materiales de planta: son aquellos como empaques, lubricantes, grasas, etc. Se toma un 15 % de los costos anuales de mantenimiento.

1,991.556

Servicios.-

Combustible: se consumen <sup>3</sup> 595 m<sup>3</sup>/Hr de gas natural a <sup>3</sup> 0.2400 \$/m.

119.952

Agua: se consumen <sup>3</sup> 3 m<sup>3</sup>/Hr a <sup>3</sup> 1,320 \$/ m para reponer pérdidas en equipos y para asco de la planta ya que el vapor condensado se recircula a la caldera.

3,326.40

Electricidad: La potencia requerida para todo el proceso es de 30 KW/Hr a un precio de 320.00 \$/KW-Hr.

8,604.0

TOTAL DE COSTOS DIRECTOS DE PROD. 371,895.30

Costos indirectos de producción.

Laboratorio: Se requiere 2 laboratoristas y 1 químico industrial por turno con un sueldo de 26,666 \$/día y 50,000 \$/día mas un 20% de materiales.

13,019.83

Prestaciones y sobresueldos:	\$ 4,339.94
Envase: se requieren 23 tambores por turno a 48,000 \$/tambor.	
	\$ 115,920.00
Fletes: Se considera un 20% de los costos variables de producción:	
	\$ 101,035.000
<b>TOTAL DE COSTOS DE VARIABLES :</b>	<b>\$ 606,210.100</b>

#### Costos fijos.

Son los cargos que reflejan el capital fijo invertido y los gastos asociados que permanecen constantes con el tiempo, independientes del nivel de producción.

Depreciación.-

\$ 96,845.230

Impuestos y seguros.-

Se toma el 1.5% anual del capital fijo.

\$ 16,988.910

Gerente.-

\$ 60,000.00

Prestaciones.-

\$ 24,000.00

Secretaria.-

\$ 2,625.00

Prestaciones y sobresueldos.-

\$ 1,050.00

**Distribución y Ventas.-**

Se considera 5 % de ventas netas.

₡ 57,789.75

**TOTAL DE COSTOS FIJOS:**

₡ 259,298.90

**TOTAL DE COSTOS DE OPERACION:**

₡ 865,509.00

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS.

Año	Ingresos	Egresos	Utilidad Bruta	Depreciación
1	1'155,903	865,509.00	290,394.00	96,845.23
2	1'215,798	865,509.00	350,289.00	96,845.23
3	1'251,734	865,509.00	386,225.00	96,845.23
4	2'696,533	1'471,719.00	1'224,814.00	96,845.23
5	2'742,055	1'471,719.00	1'270,336.00	96,845.23
6	2'757,229	1'471,719.00	1'285,510.00	96,845.23
7	4'107,892	2'077,929.00	2'029,963.00	96,845.23
8	4'107,892	2'077,929.00	2'029,963.00	96,845.23
9	4'107,892	2'077,929.00	2'029,963.00	96,845.23
10	4'107,892	2'077,929.00	2'029,963.00	96,845.23

Año	*Impuestos	Utilidad Neta
1	133,581.20	59,967.51
2	161,132.90	92,310.83
3	177,663.50	111,716.30
4	563,414.40	564,554.20
5	584,354.60	589,136.20
6	531,334.60	597,330.02
7	933,782.80	999,334.60
8	933,782.80	999,334.60
9	933,782.80	999,334.60
10	933,782.80	999,334.60

\*( 36% de I.S.R. y 10% de P.T.U. )

Utilidad Bruta = Ingresos- Egresos

Utilidad Neta = Utilidad Bruta-Depreciación-Impuestos

Cálculo del flujo neto de efectivo.

Año	Utilidad	Depreciación	Incremento de Activos	Incremento de capital de trabajo
0	-	-	1'910,319.000	-
1	59,967.51	96,845.230	-	460,598.500
2	92,310.83	96,845.230	-	-
3	111,716.30	96,845.230	-	-
4	564,554.20	96,845.230	-	460,598.500
5	589,136.20	96,845.230	-	-
6	597,330.20	96,845.230	-	-
7	999,334.60	96,845.230	-	460,598.500
8	999,334.60	96,845.230	-	-
9	999,334.60	96,845.230	-	-
10	999,334.60	96,845.230	-	-

Año	Flujo Neto de efectivo	% de rentabilidad	Punto de equilibrio (%)
0	(1'910,319.000)	-	-
1	( 303,786.000)	3.14	41.93
2	189,156.100	4.83	39.74
3	208,561.500	5.85	35.83
4	200,801.000	29.55	17.17
5	685,981.400	39.84	16.91
6	694,175.400	31.27	17.09
7	635,581.400	52.31	11.39
8	1'096,180.000	52.31	11.39
9	1'096,180.000	52.31	11.39
10	1'096,180.000	52.31	11.39

T.I.R.

27.54%

V.P.N.

1'096,180.000

Tiempo de recuperación de la inversión: 5.93 años.

F.N.E. = Utilidad+ Depreciación- Activos- Capital de trabajo

$$\sum_{t=0}^n Ct/(1+R)^t = 0 \quad t=\text{año, Ct=F.N.E. y R=T.I.R.}$$

$$V.P.N. = \sum_{t=0}^n Ct/(1+k)^t \quad k=0.15$$

Pto. Equilibrio=Costos fijos de operación(por periodo)/(Precio de venta(Ton.)-Costos variables(Ton.))  
% = (punto de equilibrio/Producción anual)\*100

## CONCLUSIONES.

Debido a la gran pérdida en la producción nacional de frutas y legumbres, que es actualmente de un 30% como consecuencia de la falta de buenos canales de distribución, comercialización y abuso de los intermediarios, es importante realizar proyectos en los cuales se aproveche dicha producción, además de mejorar el mercado disponible para estos productos.

La comercialización del mango como fruta fresca está ubicada en un esquema de excesiva intermediación. Este maneja aproximadamente el 75% de la fruta. El sistema de adquisición del mango puede ser realizado directamente con el productor mediante diversas modalidades de compra-venta, siendo las más importantes la venta a "pie de árbol" y aquella en la cual se venden cosechas enteras cuando el árbol se halla todavía en floración. El mango se recibe en cajas (de madera o plásticas) con capacidad promedio de 17 Kg.

La industrialización de productos de mango está cubierta por aproximadamente 25 empresas, siendo las más importantes Clemente Jacques, Del Centro, Del Valle, Del Fuerte, Iberia y Jumex. Sin embargo en el estado de Sinaloa, hay alrededor de 3 empresas que procesan el mango esporádicamente.

El crecimiento en la industrialización del mango en la década de los 80's fué de 5.7% anual y el consumo per cápita de productos de mango para 1989 fué de 1.04 Kg por habitante con un crecimiento anual promedio de 6.13% existiendo una sobredemanda del 2.1% por lo que la demanda se considera insatisfecha.

México es el segundo productor mundial de mango, superado únicamente por la India. Entre ambos países cubren aproximadamente el 70% de la producción mundial. Son pocos los países productores de mango, localizándose la mayoría de ellos en Asia y América del Sur. Esta fruta no crece en Europa, región donde el mango está ganando aceptación continuamente además de Estados Unidos y Japón, por lo que el mercado exterior se considera abierto a la fruta mexicana y productos procesados.

En lo que a materia prima se refiere, el abastecimiento de la misma no representa problema ya que México tiene limitaciones en cuanto a canales de distribución, esperándose una producción en 1990 de 1'187,219 ton. de mango fresco.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se planea instalar una planta para producir pulpa de mango en El Rosario Sin., con una capacidad de 15 toneladas diarias.

En el desarrollo de este trabajo, se mencionó la posible industrialización de la cáncara y bagazo como subproductos para obtención de pectina. Un estudio detallado de dicho proceso es de suma importancia ya que ésta se importa y además, es insuficiente para las demandas de mercado. Es conveniente analizar que tan factible económicamente es este proceso, ya que abastecería al mercado nacional de un producto necesario y conllevaría a disminuir la contaminación ambiental.

Después de analizar las tecnologías existentes, se eligió aquellas cuyas operaciones fundamentales son las siguientes: recepción de materia prima, lavado, seleccionado, escaldado, despulpado, refinado, evaporado, pasteurizado y llenado.

Analizando el trabajo desde el punto de vista económico los índices de rentabilidad se presentan favorablemente.

La tasa interna de retorno fué de 27.54% que al compararla con el valor de  $k$  (mencionado en la definición de V.P.N.) que es de un 15% es apreciablemente mayor por lo que el proyecto se considera rentable. Ahora comparando el V.P.N. que fué de 1'096,180.000 es considerablemente mayor que cero por lo que el proyecto es aceptable.

La rentabilidad sobre la inversión en el primer año es de 3.14% pero al aumentar la producción y exportar

el producto alcanza un valor de 52.31% considerablemente mayor que los intereses que genera una inversión bancaria por redituable que esta sea, mientras que el punto de equilibrio en el primer año de operación fué del 41.93% hasta alcanzar un valor del 11.39%.

De acuerdo con lo concluido, consideramos factible instalar la planta de las condiciones mencionadas en este trabajo.

## HOJAS DE DATOS

**EVAPORADOR DE PULPA DE MANGO. (EV-101)**

**Tipo:** Membrana descendente.

**Construcción:** Acero inoxidable.

**Posición:** Vertical.

**Operación:** 24 Hrs/Día

**Equipos requeridos:** 1

**Superficie por unidad:** 1.4257 M<sup>2</sup>.

**Lado tubos.**

**Material:** pulpa de mango despectinizada.

**Flujo:** 1103.574 Kg/Hr

**Concentración:** 15°Bx

**Densidad** 1.057 g/cm<sup>2</sup>.

**Calor específico** 0.40459 Kcal/(Kg °C)

**Viscosidad:** 500 cp

**% sólidos:** 7

	Entrada	Salida
Estado del fluido:		Líquido
Temperatura:	40 °C	66°C
Presión:		0.203 Kgf/cm. <sup>2</sup>

**Descarga :**

**Producto :** Pulpa de mango concentrada.

**Flujo :** 517.3 kg/hr.

**Concentración :** 32 °Bx.

Número de Tubos: 15  
Longitud de los tubos: 1 m.  
Diámetro: 1 1/4  
Arreglo: Cuadrado.

Lado envolvente.

Medio de calentamiento: Vapor de agua.

	Entrada	Salida
Estado del fluido:	Vapor	Líquido
Temperatura:	135 °C	
Presión:	1.2082 Kg/cm <sup>2</sup> .	

Calor latente: 131.96 Kcal/Kg

Flujo de vapor: 1317.6 kg/hr

Número de efectos: 1

Diámetro interno del evaporador: 25.4 cm.

#### TRANSPORTADOR TT-102

Tipo: Tornillo sin fin, (con artesa o caja cerrado).

Uso: Escaldado del mango.

Equipos requeridos: 1

##### Alimentaciones

Material: Mango entero.

Flujo: 1828.125 Kg/Hr

Medio de calentamiento: Vapor saturado

Presión: 3.1635 Kg/cm<sup>2</sup>.

Flujo de vapor: 2222.026 kg/hr.

Construcción: Acero inoxidable tipo 306

Diámetro de tornillo: 0.41 m

Longitud: 2.6 m

RPM: 12

Hp: 3

#### TRANSPORTADOR TR-101.

Tipo: Rodillos.

Servicio: Alimentación de mango entero a proceso.

Capacidad: 1000 kg/hr.

Posición: Horizontal.

Longitud: 2.8 m.

Ancho: 1.3 m.

**TRANSPORTADOR TR-102.**

**Tipo:** Rodillos.

**Servicio:** Alimentación de mango entero a proceso.

**Capacidad:** 333.33 kg/hr.

**Posición:** Horizontal.

**Longitud:** 2.8 m.

**Ancho:** 0.3 m.

**TRANSPORTADOR TB-101 (A/B).**

**Tipo:** Banda.

**Servicio:** Selección de mango entero.

**No. de Equipos:** 2

**Capacidad:** 548.5387 kg/hr.

**Posición:** Horizontal.

**Longitud:** 4 m.

**Ancho:** 0.3 m.

**HP:** 0.5.

**TRANSPORTADOR TB-102.**

**Tipo:** Banda.

**Servicio:** Selección de mango entero.

**Capacidad:** 1500 kg/hr

**Posición:** Horizontal.

**Longitud:** 4 m.

**Ancho:** 1.3 m.

TINA LAVADORA TI-101.

Construcción: Acero Inoxidable.

Servicio: Lavado del mango.

Longitud: 2 m.

Altura: 1.5 m.

Volumen: 3 m<sup>3</sup>.

CAMBIADOR DE CALOR. (CC-101)

Servicio: Calentador de pulpa proveniente del tanque acumulador.

Operación: 24 Hr/Dia

No. requeridos: 1

Operación: Continua.

Tipo: Doble tubo

Construcción: Acero Inoxidable,

Posición: Horizontal.

Carga Termica: 5239.2144 Kcal/Hr.

Area de Transferecia: 3.8454 m<sup>2</sup>.

Lado tubos

Fluido manejado: Pulpa de mango.

Flujo: 517.3 kg/hr.

Presión: atm.

Temperatura: 60 a 96.111 °C.

Diámetro interno: 3.5 cm BWG 16

Longitud de los tubos: 38.1 cm.

Corrientes en paralelo: 2

# orquillas: 4

Lado envolvente

Fluido manejado: Vapor de agua.

Flujo: 18.54 Kg/Hr.

Presión: 3.1424 Kg/cm<sup>2</sup>.

Temperatura: 127 °C.

Diámetro Externo: 6.04 cm

**CAMBIADOR DE CALOR. (CC-102)**

**Servicio:** Enfriador de pulpa proveniente del calentador.

**Operación:** 24 Hr/Día.

**Equipos requeridos:** 1

**Operación:** Continua.

**Tipo:** Doble tubo.

**Construcción:** Acero inoxidable.

**Posición:** Horizontal.

**Carga térmica:** 8628.91 Kcal/Hr.

**Área de transferencia:** 1.2668 m<sup>2</sup>.

**Lado tubos.**

**Fluido manejado:** Pulpa de mango.

**Flujo:** 512.3 kg/hr.

**Presión:** atm.

**Temperatura:** de 96.1 a 25 °C.

**Diámetro interno:** 5.25 cm.

**Longitud de tubos:** 2.4384 m.

**Lado envolvente.**

**Fluido manejado:** Agua.

**Flujo:** 908 kg/hr.

**Presión:** atm.

**Temperatura:** 18 °C.

**Diámetro Externo:** 7.8 cm.

DESPULPADORA/REFINADORA DR-101 (A/B).

Tipo: De Paletas.

Servicio: Eliminar cascara y hueso del mango.

No. de Unidades: 2.

Flujo: 1828.125 kg/hr.

Altura total: 1.40 m.

Ancho total: 1.07 m.

Largo total: 1.7 m.

Volumen: 1.7 m<sup>3</sup>.

HP: 3.

SEPARADOR VAPOR-LIQUIDO SV-101.

Construcción: Acero Inoxidable.

Servicio: Separar vapor de la pulpa de mango.

Flujo: 1179.032 kg/hr.

Tipo de malla: Baja densidad.

Altura: 3.70 m.

Diámetro: 0.3048 m.

L/D : 12.

Volumen: 312 lt.

Presión de Diseño: Vacío total.

Presión de Operación: 0.203 kgf/cm<sup>2</sup>.

**TANQUE DE BALANCE TQ-101.**

**Construcción:** Acero Inoxidable.

**Servicio:** Almacenar pulpa de mango proveniente del evaporador.

**Posición:** Horizontal.

**Díámetro:** 0.6096 m.

**Longitud:** 1.39 m.

**L/D:** 2.28.

**Tiempo de Residencia:** 30 min.

**Cabezas:** Torriesfericas.

**Espesor de la Pared:** 2.9795 mm.

**Nivel Máximo:** 518 mm.

**Nivel Mínimo:** 152 mm.

**Nivel Normal:** 311 mm.

LLENADORA LL-101.

Construcción: Acero Inoxidable.

Servicio: Envasado aseptico de la pulpa de mango.

Flujo: 517.3 kg/hr.

Temperatura de Llenado: 25 °C.

Presión: Atm.

Tipo de Envase: Bolsas de 208 l.

BOMBA DE VACIO BV-101.

Tipo: Eyector.

Servicio: Efectuar vacio en el evaporador.

No. de efectos: 1.

Condensador: Barométrico.

Presión de succión: 0.203 kgf/cm<sup>2</sup>.

Presión de descarga: Atm.

Pd/Ps: 5.088.

Ps/Pv: 0.8326.

Relación de áreas: 5.

Presión de vapor: 9.135 kgf/cm<sup>2</sup>.

Flujo de vapor: 3123.752 kg/hr.

**BOMBAS DE PROCESO BP-101 (A/B).**

**Tipo:** Doble diafragma (sanitaria).

**Servicio:** Del tanque de balance hacia los cambiadores de calor.

**Material Manejado:** Pulpa de mango.

**Concentracion:** 32 °Bx.

**Temperatura:** 50 °C.

**Flujo:** 3 GPM.

**HP:** 1/4.

## CAMARA DE ALMACENAMIENTO.

Dimensiones: 9m X 6m X3m.

Volumen: 162 m.<sup>3</sup>

Temperatura de diseño: 30°C

Temperatura de la cámara: 16°C

Aislante: 9 cm de poliuretano en capas.

Ci: 8.35 Kcal/(m<sup>2</sup>24Hrs°C)

Calor requerido: 8,730.65 Kcal/Hr

Potencia del compresor: 3 HP.

**APENDICE.**

Fig. B

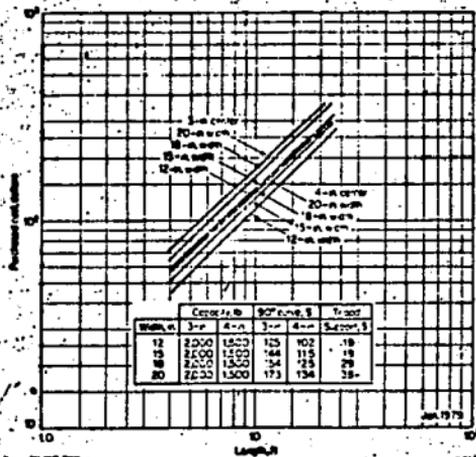
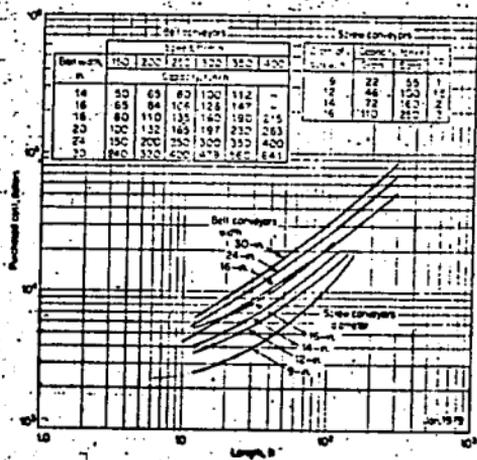
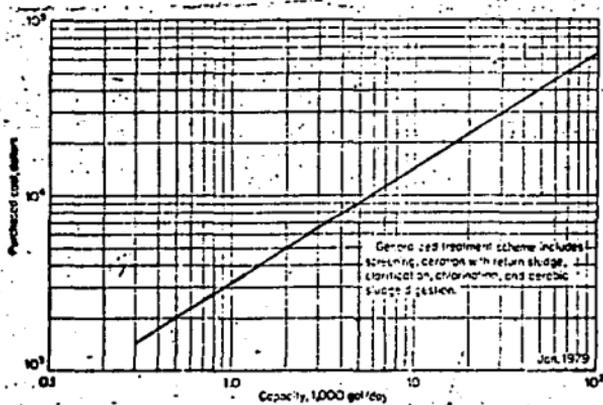
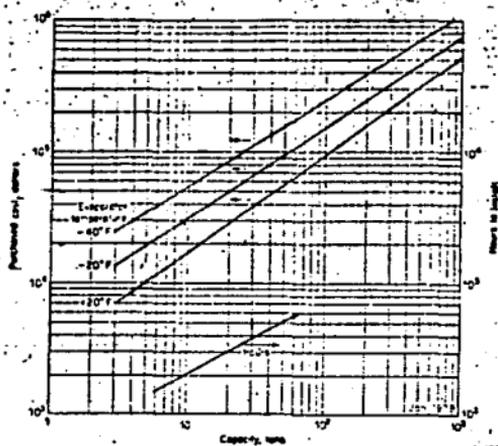


Fig. C

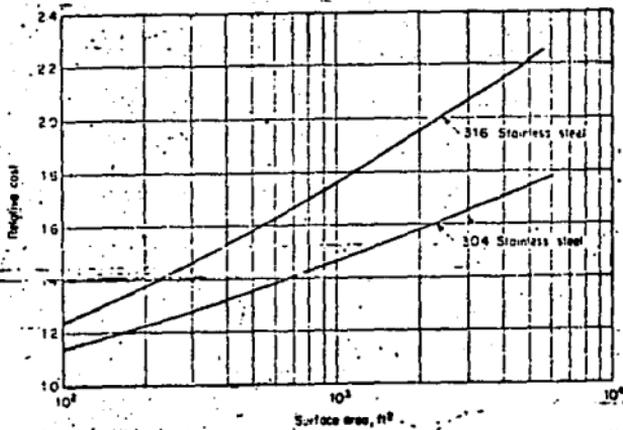


Cost of small packaged wastewater treatment plants.

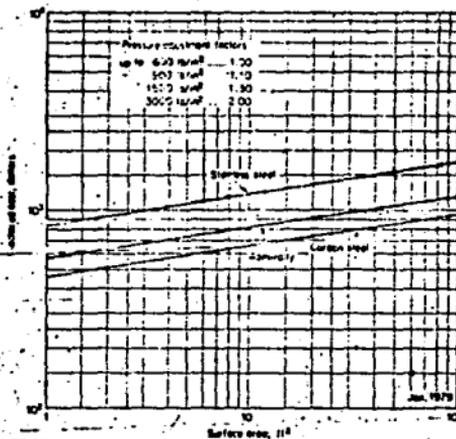


Cost of industrial refrigeration.

Fig. D



Cost of heat exchangers with stainless steel



Cost of double-pipe heat exchangers.

Fig. E

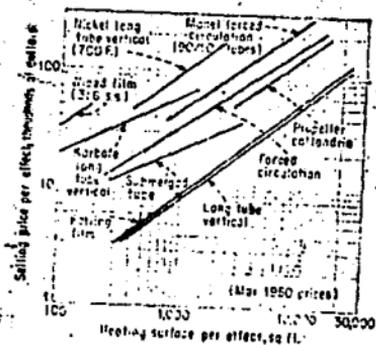
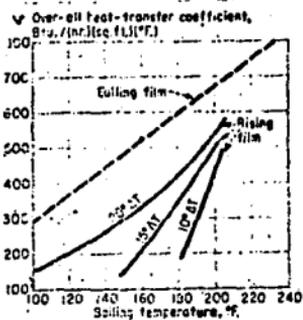
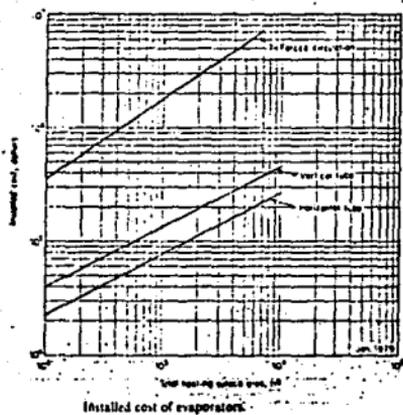
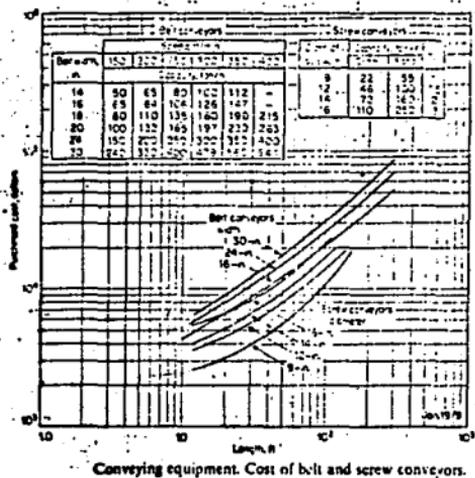
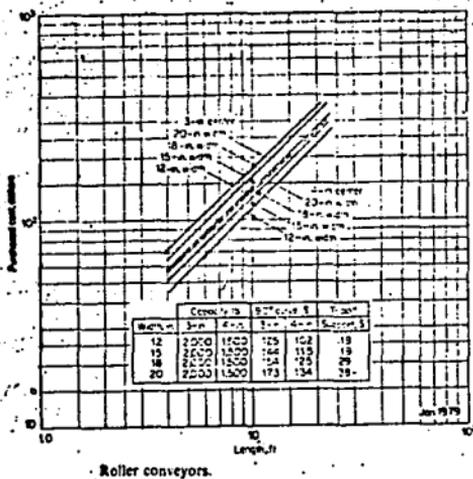


FIG. F



Conveying equipment. Cost of belt and screw conveyors.



Roller conveyors.

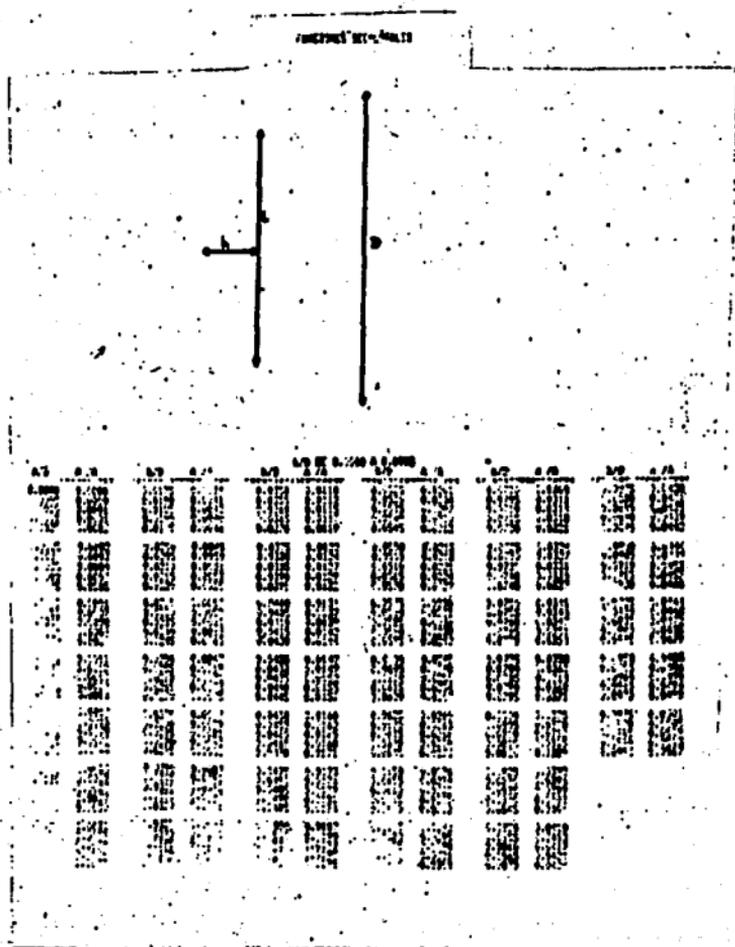
Fig. G

DATOS DE TUBOS PARA CAMBIADORES DE CALOR

Tubo D.E. p.e.	SWC	Espesor de la pared.	D.E. p.e.	Area de flujo por tubo, p.e.	Superficie por p.e. del tubo		Peso por pie lineal, lb. de cobre
					Exterior	Interior	
7/8	10	0.100	0.900	0.4975	0.1304	0.0716	0.100
	11	0.093	0.807	0.4678		0.0671	0.093
	12	0.085	0.715	0.4376		0.0629	0.085
	13	0.078	0.627	0.4072		0.0587	0.078
7/8	14	0.072	0.540	0.3767	0.1000	0.1063	0.100
	15	0.065	0.450	0.3462		0.1025	0.065
	16	0.058	0.360	0.3157		0.0987	0.058
	17	0.052	0.270	0.2852		0.0949	0.052
	18	0.045	0.180	0.2547		0.0911	0.045
	19	0.038	0.090	0.2242		0.0873	0.038
	20	0.032	0.000	0.1937		0.0835	0.032
	21	0.025	0.000	0.1632		0.0797	0.025
1	22	0.125	0.875	0.533	0.0810	0.1781	1.00
	23	0.118	0.787	0.503		0.1743	0.97
	24	0.111	0.700	0.473		0.1705	0.94
	25	0.104	0.612	0.443		0.1667	0.91
	26	0.097	0.525	0.413		0.1629	0.88
	27	0.090	0.437	0.383		0.1591	0.85
	28	0.083	0.350	0.353		0.1553	0.82
	29	0.076	0.262	0.323		0.1515	0.79
	30	0.069	0.175	0.293		0.1477	0.76
	31	0.062	0.087	0.263		0.1439	0.73
	32	0.055	0.000	0.233		0.1401	0.70
	33	0.048	0.000	0.203		0.1363	0.67
1 1/8	34	0.143	0.957	0.585	0.0791	0.1881	1.00
	35	0.136	0.870	0.555		0.1843	0.97
	36	0.129	0.782	0.525		0.1805	0.94
	37	0.122	0.695	0.495		0.1767	0.91
	38	0.115	0.607	0.465		0.1729	0.88
	39	0.108	0.520	0.435		0.1691	0.85
	40	0.101	0.432	0.405		0.1653	0.82
	41	0.094	0.345	0.375		0.1615	0.79
	42	0.087	0.257	0.345		0.1577	0.76
	43	0.080	0.170	0.315		0.1539	0.73
1 1/2	44	0.163	1.17	0.676	0.0666	0.2003	1.00
	45	0.156	1.08	0.646		0.1965	0.97
	46	0.149	0.99	0.616		0.1927	0.94
	47	0.142	0.90	0.586		0.1889	0.91
	48	0.135	0.81	0.556		0.1851	0.88
	49	0.128	0.72	0.526		0.1813	0.85
	50	0.121	0.63	0.496		0.1775	0.82
	51	0.114	0.54	0.466		0.1737	0.79
	52	0.107	0.45	0.436		0.1699	0.76
	53	0.100	0.36	0.406		0.1661	0.73
	54	0.093	0.27	0.376		0.1623	0.70
	55	0.086	0.18	0.346		0.1585	0.67



Fig. 1



## **BIBLIOGRAFIA.**

(1) CONFEDERACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE HORTALIZAS  
PERSPECTIVAS DE COMERCIALIZACION Y PRODUCCION DE MANGO  
MEXICANO EN LOS ESTADOS UNIDOS, CANADA, EUROPA Y JAPON  
DELEGACION SINALOA.

ENERO DE 1990

(2) EL SOL DE SINALOA.

FRUTA POR TRECE MIL MILLONES DE PESOS SE DESPERDICIAN  
ANUALMENTE.

30 DE OCTUBRE DE 1988.

(3) JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY  
FLOW CHARACTERISTICS OF PULP, JUICE AND NECTAR OF  
"BANESHAN" AND "BEELUM" MANGOES.

B.B. GUNJAL AND N.J. WAGHMARE.

PAGS. 20-23

INDIA, JUNIO DE 1986.

(4) CONAFRUT, SUBDIRECCION GENERAL, "ASPECTOS GENERALES  
DE COMERCIALIZACION DEL MANGO".

CULIACAN, SINALOA 1988.

(5) INSTALACION DE UNA PLANTA PROCESADORA DE MANGO  
GOBIERNO DEL ESTADO DE SINALOA 1981.

(6) MATERIALS & TECHNOLOGY

LONGMAR AND J.H. DE BOSSY

FIRST EDITION

U.S.A. 1975 VOLUMEN VII PAGES. 711-785.

(7) JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY.

DETERMINATION OF THERMAL PROCESS SCHEDULE FOR CANNED  
MANGO, PAPAYA & GUAVA.

SIDDALINGU; SRINIVASAN B.; PADIVAL R.A.

14(4) 331-342.

INDIA 1985.

(8) INDIAN JOURNAL OF MICROBIOLOGY.

DETERMINATION OF THERMAL DEAD POINT OF SPOILAGE  
MICROORGANISMS IN MANGO PULP.

RAMA M.V.; NARASIMHAM P.

26(1/2) 39-42.

INDIA 1986.

(9) HANDBOOK OF MASS TRANSFER.

NICHOLAS P. CHEREMISINOFF.

GULF PUBLISHING CO.

U.S.A. 1986.

VOL. I PAGES. 1230-1238.

(10) CHEMICAL ENGINEERS HANDBOOK.

J.H. PERRY.

3d. EDITION.

EDITORIAL MCGRAW-HILL.

NEW YORK, 1960.

(11) U.S. GENERAL IMPORTS FOR CONSUMPTION.

SCHEDULE A COMMODITY BY COUNTRY OF ORIGIN, CUSTOMS, AND  
C.I.F. VALUES.

1984-1989.

(12) AGROINDUSTRIAS EL RODEO.

ESTUDIOS DE MERCADO.

1988.

(13) PLANT DESIGN AND ECONOMICS FOR CHEMICAL ENGINEERS.

MAX S. PETERS, KLAUS D. TIMMERHAUS.

EDITORIAL MCGRAW-HILL.

U.S.A. 1980.

PAGE. 13, 155, 163-206, 555, 671, 883-887.

(14) FOOD PROCESS ENGINEERING.

DENNIS P. HELDMAN AND R. PAUL SINGH.

SAYBROOK PRESS, INC.

SECOND EDITION.

1981.

PAGE. 216-260.

(15) FOOD ENGINEERING OPERATIONS.

J.G. BRENNAN AND J.D. BUTTERS.

APPLIED SCIENCE PUBLISHERS LIMITED.

SECOND EDITION.

ENGLAND 1976.

PAGE. 279-294.

(16) FUNDAMENTOS DE ADMINISTRACION FINANCIERA.

LAWRENCE J. GITMAN.

EDITORIAL HARLA, S.A. DE C.V.

MEXICO, D.F. 1978.

(17) CHEMICAL ENGINEERING.

HOW TO SPECIFICATE EVAPORATORS.

NORMAN H. PARKER.

JULIO 22, 1963.

PAGE. 135-140.

(18) REVISTA ICYT.

INFORMACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA.

PROCESADO DE ALIMENTOS: TECNOLOGIA A LA CARTA.

PAGE. 23-29, 37-39.

MEXICO, D.F. 1990.

VOLUMEN XII No. 168.

(19) NEW CONCEPTS OF JUICE CONCETRATION.

FRUIT ENGINEERING.

FERRYS C. STANDFORD JR., W.L. BADGER ASOCIATES, INC.

ABRIL DE 1983.

PAGS. 153-157.

(20) PERFORMANCE PREDICTIONS OF FALLING FILM  
EVAPORATORS.

K.R. CHUN, R.A. SEBAN.

JOURNAL OF HEAT TRANSFER.

NOVIEMBRE DE 1972.

PAGS. 432-436.

(21) MANUAL DE BOMBAS.

LUIS MARIA JIMENEZ DE CISNEROS.

EDITORIAL BLUMEN.

VERSION CASTELLANA DE LA CUARTA EDICION INGLESA.

ESPAÑA, 1977.

PAGS. 13-18 Y 45-46.