

Universidad Nacional Autónoma de México

~~*

FACULTAD DE QUÍMICA

Anteproyecto para la Instalación de una
Planta, para Concentrar Jugo de Mango
en el Estado de Veracruz

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUIMICO
p r e s e n t a :
SALVADOR MENDEZ DIAZ

México, D. F. 1973

M-165600



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PRESIDENTE Santiago de la Torre Galindo.

VOCAL Enrique García Galiano.

Jurado asignado originalmente SECRETARIO Javier Pérez Villaseñor.

Según el tema 1er. SUPLENTE José Luis Padilla de Alba.

2do. SUPLENTE Julio Cordero García.

Sitio donde se desarrolló el

tema: Ciudad Universitaria.

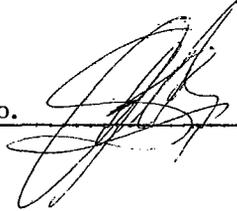
Nombre completo y firma

del sustentante: Salvador Méndez Díaz.



Nombre completo y firma

del asesor del tema: Santiago de la Torre Galindo.



A LA MEMORIA DE MI PADRE QUE CON SU
EJEMPLO DE TRABAJO Y HONRADEZ ME
IMPULSO A SUPERARME.

A MI MADRE
A QUIEN TODO LE DEBO.

HERMANO GRACIAS POR TU
APOYO Y ATINADOS CONSEJOS.

AGRADECIMIENTOS

AL ING. QUIMICO SANTIAGO DE LA TORRE GALINDO.

AL QUIMICO ENRIQUE GARCIA GALIANO.

AL DR. JAVIER PEREZ VILLASENOR.

QUE CON SU VALIOSA ORIENTACION

FUE POSIBLE LA PRESENTACION DE

ESTA TESIS.

I N D I C E

	PAG.
I.- INTRODUCCION	8
Métodos para concentrar jugo de mango.	9
Descripción del proceso.	11
II.- ENLATADO	
Conservación del jugo de mango.	12
Transmisión de calor en los recipientes y su contenido.	13
Presión en los recipientes.	13
Influencia del enlatado sobre la calidad de los productos.	14
Conservador.	16
III.- CALCULOS	18
Balance de materiales.	19
Cálculo del silo.	20
Cálculo del tanque de mondado.	21

	PAG.
→ Cálculo del tanque de mezclado.	23
Cálculo del tanque donde se agrega el conservador.	25
Cálculo del tanque de retención.	27
Cálculo de los agitadores.	28
→ Cálculo del evaporador.	30
→ Cálculo del número de tubos.	32
Cálculo de vapor vivo.	33
→ Cálculo de las bombas.	33
Cálculo de la centrífuga.	42
IV.- EVALUACION ECONOMICA	43
Capital fijo.	46
Costo de producción.	47
Determinación del capital de trabajo.	52
Rentabilidad.	54
Curva de equilibrio.	55
Conclusión.	56

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

Todos los alimentos del hombre son productos perecederos, comienzan a descomponerse después de la cosecha o vendimia. Alguna descomposición es acompañada por la producción de agentes venenosos. Otras descomposiciones provocan pérdidas en el valor nutritivo de los alimentos, tal es el caso del mango. Tendiendo a este fin se presenta esta tesis, cuyo objetivo es la conservación del mango como jugo y que pueda disfrutarse durante las épocas que no sean de cosecha de dicho fruto. Se ha escogido el Estado de Veracruz, ya que el precio de venta por Kg. es de \$0.90, cuyo precio es de los más bajos en la República.

Según el último informe de la Secretaría de Industria y Comercio fué del año de 1964, donde se tiene un rendimiento por hectárea de 24,150 Kg. y tiene una producción de 71,525,860 Kg., cuyo valor en pesos es de \$67,949,567.00, conociendo dicha producción se justifica esta tesis.

De acuerdo con el anuario estadístico de la Secretaría de Industria y Comercio correspondiente al año de 1969, el valor de la exportación del mango alcanzó la cifra de \$1,888,577.00.

En la actualidad el consumo que se hace del mango es como fruta fresca y los meses en que se cosecha esta fruta son mayo, junio y julio; es decir, que durante el resto del año no se puede disfrutar del mango, siendo esta fruta de un sabor bastante agradable al paladar humano.

Uno de los problemas que afronta esta planta se debe a que no opera todo el año, siendo únicamente durante tres meses, pudiendo emplearse este mismo equipo en el aprovechamiento de otras frutas, tales como papaya, melón, sandía, durazno, naranja, etc.

Mientras se procesa el mango se debe tener una bodega para guardarlo. Este sitio destinado a conservar el mango substrayéndolo a la

acción de los agentes atmosféricos con los que se consigue detener la madurez de los mismos se llama frutero.

Para el caso del mango debe reunir las siguientes condiciones para que se conserve fresco el mayor tiempo posible.

Humedad relativa 85 a 90%.

Temp. de almacenamiento 18°C.

Punto de congelación promedio - 1.2°C.

Vida aproximada de almacenamiento 15 a 20 días.

El mango es susceptible de ser dañado por el frío cuando se almacena a temperatura moderadamente baja.

La temperatura más baja de seguridad aproximada para el mango es de 18°C. Cuando el mango se almacena a 0°C el mango sufre una decoloración interna. Cuando la temperatura está arriba de 18°C el mango empieza a mancharse.

JUGOS CONCENTRADOS

La conservación de jugos de frutas previa esterilización se ha practicado desde hace muchos años, y ha sido motivo del desarrollo de industrias importantes y del aprovechamiento de inmensas cantidades de productos que antes no se utilizaban.

Ultimamente se ha avanzado mucho produciendo jugos concentrados que se emplean en la preparación de bebidas carbonatadas o naturales, helados, dulces y otras muchas preparaciones alimenticias.

Los métodos para producir los jugos de mango concentrados son los siguientes:

- 1.- Concentración por el calor a la presión atmosférica ordinaria.- Se hacen en -- tanques abiertos que se calientan directamente, en baño maría o con vapor.- Tienen el inconveniente que se destruye el olor fino y el color de la fruta.
- 2.- Concentración por el calor solar.- Ha dado buen resultado en pequeña escala, pero no industrialmente, solo puede emplearse en regiones de humedad atmosférica baja.
- 3.- Deseccación por aspersión.- Se hace produciendo una lluvia fina de jugo que encuentra una corriente de aire caliente que evapora el agua y se depositan en forma de -- polvo las materias sólidas. Para esto se requiere generalmente la adición de dextrina, no se agrega azúcar porque es imposible secar por aspersión.
- 4.- Concentración por congelación.- Este procedimiento es mejor para conservar el color y el aroma y consiste en congelar el jugo natural, para separar enseguida el -- hielo, quedando el jugo no solidificado. La separación de la parte acuosa en forma de hielo, se hace por simple escurrido.

miento o por medio de una máquina centrífuga.

5.- Concentración al vacío.- En este procedimiento se evapora y se separa el agua en tanques evaporadores al vacío, donde la ebullición se produce a temperaturas mucho más bajas que a la presión atmosférica. Se usan aparatos diversos cuyo funcionamiento está fundado en este principio, ha dado muy buenos resultados para el jugo de diversas frutas y se usa industrialmente.

En todos los procedimientos por destilación hay el inconveniente de que los aceites esenciales muy volátiles, que constituyen el aroma de la fruta, se desprendan antes que el agua y para corregir este defecto lo que se hace es someter el líquido destilado a una segunda destilación, en la cual se recoge solamente la "cabeza" o primer producto, el cual contiene el aroma y sirve para agregarlo después al jugo concentrado.

DESCRIPCION DEL PROCESO

Proceso industrial (jugo de mango enlatado).

La fruta ^{almacenada} concentrada en la planta es seleccionada a mano, se escogen los mangos que deben estar frescos y maduros; una vez efectuada esta operación pasan a una lavadora y cepilladora donde se frota la superficie del mango. Enseguida pasa al mondado que es manual, antes de mondarlo es conveniente que el mango ^{se precaliente} sufra un precalentamiento, así se facilita el mondado, de aquí pasa a una exprimidora o pulper que tiene por objeto quitarle el hueso

al mango y a la vez se muele, Enseguida pasa a una centrifuga que se encarga de separar la fibra que contiene el mango, después se le agrega el azúcar y el conservador, se llenan las latas, se hace el vacío, el sellado, pasan a esterilizarse y enseguida se enfrían y se llevan las latas a la bodega.

CONSERVACION DEL JUGO DE
MANGO POR MEDIO DEL ENLATADO

El investigador Nicolás Appert encontró que los alimentos tratados con calor en recipientes herméticamente cerrados, se mantenían inalterables con el tiempo.

En la actualidad se utilizan recipientes de hojalata con un recubrimiento de estaño de 0.25 a 2%. El estaño debe tener una pureza minima de 99.8%.

El proceso consta de los siguientes pasos:

- a).- Esterilización del producto por calentamiento instantáneo.
- b).- Enfriamiento en sistema de cambiadores de calor tubular.
- c).- Esterilización de los recipientes y cubiertos con vapor sobrecalentado.
- d).- Llenado aséptico de recipiente estéril con producto estéril relativamente frío.

- e).- Aplicación de las cubiertas a los recipientes con producto y sellado de las latas en una atmósfera de vapor saturado.

El tratamiento térmico es definitivo para inactivar los organismos patógenos que pueden tener las materias primas usadas, así como el sello de los recipientes previene la reinfeción y evita la transferencia de gases.

TRANSMISION DE CALOR EN LOS RECIPIENTES Y SU CONTENIDO

Una de las etapas del proceso del enlatado es el calentamiento de los recipientes con su contenido a una temperatura de 82°C y una presión de 15 lb/in² con vapor.

La transferencia de calor es por conducción de la lata al alimento, el cual se calienta por corrientes de convección generadas en el interior de la lata. En algunos casos se calienta primero el alimento por un método y posteriormente se continúa el proceso. El mejor método de calentamiento es por convección para mantener el producto en mejores condiciones de calidad.

PRESION EN LOS RECIPIENTES

Partiendo de que el objetivo principal en el enlatado es conservar los alimentos, la importancia biológica de la presión de vacío en un recipiente es la de restringir el desarrollo de microorganismos que necesitan aire para su crecimiento. Esto es muy importante para los productos que son tratados bajo procesos térmicos.

Es importante eliminar el oxígeno del aire en la cámara --

superior del recipiente ayudando así a proteger el sabor y color del producto, previene la oxidación y corrosión de la placa de estaño y cierre en los recipientes.

El vacío es favorable para mantener en perfecta unión los sellos de los envases metálicos debido a la poca presión interior que se desarrolla durante el calentamiento.

Se deben seguir las siguientes precauciones en el enlatado:

- 1.- Mantener suficiente espacio libre en la parte superior.
- 2.- Mantener alta la temperatura inicial.
- 3.- Conservar la temperatura de proceso constante.
- 4.- Presión de aire extra en la cámara durante el enfriamiento.
- 5.- Sellado al vacío de los recipientes.

INFLUENCIA DEL ENLATADO SOBRE LA CALIDAD DE LOS ALIMENTOS

- a).- Color.- La degradación de color es de esperarse por la exposición del producto durante tiempos cortos, a altas temperaturas, el calentamiento de estos en presencia de oxígeno produce encafecimiento, siendo la degradación menor cuando el proceso es manejado a

bajas temperaturas en periodos largos.

b).- El tratamiento térmico afecta el valor nutritivo de las proteínas.

c).- Descomposición microbiana.- En la tecnología se ha encontrado que manteniendo la temperatura constante y variando los tiempos de calentamiento se llega a un tiempo mínimo de destrucción térmica el cual es necesario para que a una temperatura determinada sean destruidas -- las bacterias patógenas.

Generalmente se nota la presencia de microorganismos dentro del recipiente debido a que en la descomposición se produce gas, reflejándose en los extremos de los mismos.

En este desarrollo de microorganismos puede producirse -- solamente ácido sin gas siendo la causa una falla en la esterilización de los recipientes.

Otro de los factores importantes en el proceso del enlatado es el pH del sustrato, en relación con el procedimiento que se siga. Normalmente es recomendable el medio ácido con objeto de evitar el desarrollo microbiano, así como reacciones químicas del producto en sí, siendo considerado como un alimento ácido aquel que se encuentre en un rango de pH de 3.7 a 4.5.

En el caso del mango que tiene un pH arriba de 4.5 requiere un tratamiento especial, ya que una de las bacterias que se encuentra con mayor frecuencia en los alimentos enlatados, es el *Clostridium Botulinum*, toxina botulínica de la cual basta un millonésimo de gramo para que llegue a --

ser mortal al ser ingerida por el hombre. Desde el punto de vista de acidez esta bacteria se desarrolla en pH mayores de 4,5 y como medida de seguridad para eliminarla es la debida esterilización de los recipientes.

C O N S E R V A D O R

Entre los conservadores químicos que existen actualmente, quizá uno de los de mayor importancia es el ácido sórbico debido a su versatilidad de uso. Para el caso del jugo de mango es el que más se recomienda ya que no altera el sabor ni el color del producto y además es fácilmente digerido por el organismo humano resultando así fisiológicamente inocuo.

El ácido sórbico es un polvo cristalino con sabor ligeramente ácido, es volátil en presencia de vapor de agua, por tal motivo se le agrega al producto después de que sale del evaporador.

El ácido sórbico garantiza una homogeneidad en la mezcla y una acción muy efectiva para distribuirse uniformemente, lo cual puede hacerse por agitación mecánica.

En el caso del ácido sórbico el pH del medio puede ser -- hasta 6.5 en algunos casos es necesario regular el pH, para esto se adiciona un ácido compatible al alimento en cuestión con objeto de aumentar la acidez.

Existen varias teorías sobre la acción inhibidora del - - ácido sórbico y son las siguientes:

- a).- Desde el punto de vista del pH del medio, es más eficaz cuanto mayor sea la acidez, se tiene que un pH de 4,8 que corresponde al mango - el 50% aproximadamente del ácido

adicionado está sin disociar, por lo que esto facilita que las moléculas del ácido, penetren en la membrana celular del microorganismo causando la inhibición.

b).- También se ha encontrado que el efecto ejercido por el ácido sórbico sobre los microorganismos, se debe a la inhibición de los sistemas enzimáticos de la deshidrogenasa en los hongos, nombre que se da a un grupo de fermentos que activan las moléculas de los metabolitos de modo que pueden ser oxidadas por medio de un aceptor celular de hidrógeno.

Para los productos de sabor delicado como es el mango - es suficiente añadir 8 gramos de ácido sórbico por cada kilogramo de producto.

C A L C U L O S

BASE.- 15,000 Ton. de mango fresco.

Tiempo de trabajo 3 meses = 90 días.

Mango que se procesa por hora.

$$\frac{15,000 \text{ Ton.}}{90 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ hr.}} = 6,930 \frac{\text{Ton.}}{\text{hr.}} = 6,930 \frac{\text{Kg.}}{\text{hr.}}$$

DATOS 60% parte comestible.
40% desecho.

$$\text{Pulpa de mango que se procesa por hora} = 6,930 \times 0.60 = 4,158 \text{ Kg./hr.}$$

ANALISIS BROMATOLOGICO

Proteina 0.40%

Grasa 0.32

Carbohidratos 1.48

Fibra cruda 2.52

Cenizas 0.54

Agua 81.2

Azúcares 13.54

TOTAL 100.00

Dato de:

LABORATORIOS BIOQUIMEX, S. A.

ANALISIS DEL PRODUCTO

Sólidos	5.0%
Azúcar	25.0%
Agua	70.0%

BALANCE DE MATERIALES

La fibra cruda es el 2.52% y es necesario separarla, en estas condiciones el análisis bromatológico cambia y es:

$$100 - 2.52 = 97.48$$

$$\text{Proteína } \frac{0.4 \times 100}{97.48} = 0.410\%$$

$$\text{Grasa } \frac{0.32 \times 100}{97.48} = 0.329\%$$

$$\text{Carbohidratos } \frac{1.48 \times 100}{97.48} = 1.520\%$$

$$\text{Cenizas } \frac{0.54 \times 100}{97.48} = 0.541\%$$

$$\text{Agua } \frac{81.2 \times 100}{97.48} = 83.50\%$$

$$\text{Azúcar } \frac{13.54 \times 100}{97.48} = 13.7\%$$

BALANCE DE MATERIALES: BASE 100 Kg. de jugo.

$$100 \times (1-0.835) = P \times 0.30 \quad P = \text{Producto.}$$

$$P = \frac{100 \times 0.165}{0.30} = 55 \text{ Kg. de producto.}$$

El azúcar en el producto debe ser 25%.

$$\text{Azúcar en el jugo fresco} = 13.7 \text{ Kg.}$$

$$\text{Azúcar en el producto} = 55 \times 0.25 = 13.8 \text{ Kg.}$$

$$\text{Azúcar añadida} = 13.8 - 13.7 = \frac{0.1 \text{ Kg.}}{100 \text{ Kg. pulpa.}}$$

Materiales entrando: = 100.1 Kg.

Producto obtenido = 55 Kg.

$$\text{Agua evaporada} = \frac{45.1 \text{ Kg.}}{100 \text{ Kg. de pulpa fresca.}}$$

CALCULO DEL SILO.

El silo está hecho de madera y está calculado para recibir como máximo cinco días de producción, debido a que el mango sufre una maduración rápida y para evitar pérdidas, solamente se toman cinco días.

$$\frac{15,000 \text{ Ton.} \times 5 \text{ días}}{90 \text{ días}} = 835 \text{ Ton.}$$

La densidad del mango en un acomodo al azar es de 0.9 kg./lt.

$$\text{Volumen del silo } \frac{835}{0.9} = 929 \text{ m}^3$$

El silo se calcula para 1,005 m³

6.70 m de alto x 15 m de largo x 10 m de ancho.

CALCULO DE LOS TANQUES

Se dá un tiempo de residencia de 20 min., ya que el proceso es constante.

Todos los tanques son de acero inoxidable tipo 304. Las especificaciones son las siguientes: 18% cromo, 8% níquel y 74% fierro.

La densidad es de 8.03 g/cc.

CALCULO DEL TANQUE DE MONDADO

El tanque de mondado es de fondo cónico para evitar que se acumule el material.

DATOS.-

Masa de Jugo = 4,158 Kg./hr.

ρ de la pulpa = 1.05 g/cm³.

$$\text{Volumen del líquido} = \frac{4,158}{1.05} = 3,980 \frac{\text{lbs.}}{\text{hr.}}$$

Tiempo de residencia 20 min.

$$\frac{3,980 \times 20}{60} = 1,326 \text{ lbs.}$$

Para seguridad el volumen del tanque se calcula excedido en un 20%

$$1,326 \text{ lbs.} \times 1.20 = 1,620 \text{ lbs.}$$

Para dimensionar el tanque se toma la relación $L/D = 1.5$

L = Longitud.

D = Diámetro.

$$0.785 \times 1.5 \times D^3 = 1,620.000 \text{ cm}^3.$$

$$D^3 = \frac{1,620.000}{0.785 \times 1.5} = 1,370.000$$

$$D = \sqrt[3]{1,370.000}$$

$$D = 112 \text{ cm.}$$

$$L = 112 \times 1.5 = 167.$$

$$L = 167 \text{ cm.}$$

Para el cálculo del espesor tenemos las siguientes ecuaciones de diseño:

$$S_c = \frac{Pr}{h} \quad \text{Esfuerzo circunferencial.}$$

$$S_L = \frac{Pr}{2h} \quad \text{Esfuerzo longitudinal.}$$

Es mejor diseñar con la ecuación que nos represente mayor esfuerzo, se corrige para tomar en cuenta la soldadura, también se toma en cuenta la corrosión y la ecuación de cálculo nos queda como sigue:

$$h = \frac{Pr}{S_c E} + c$$

h = Espesor del tanque.

P = Presión interna en Kg./cm^2 .

r = Radio del tanque en cm.

S_c = Esfuerzo de trabajo permisible en $\text{Kg/cm}^2 = 1,770$.

E = Eficiencia de la junta adimensional = 0.60.

C = Coeficiente para corrosión = 0.158 cm.

Este tanque se va a diseñar con la presión máxima que es la del fondo, y también se supone que el tanque está completamente lleno.

$$P = 167 \text{ cm.} \times 1.05 = \frac{0.174}{\text{cm}^2} \text{ Kg.}$$

$$h = \frac{P}{ScE} + C$$

$$h = \frac{0.174 \times 56}{1,770 \times 0.60} = 0.158$$

$$h = 0.00919 + 0.158 = 0.167$$

$$h = 0.167 \text{ cm.}$$

CALCULO DEL TANQUE DE MEZCLADO

Gasto = 4,158 $\frac{\text{Kg. mango.}}{\text{hr.}}$

Según el balance de materiales se añade $\frac{0.1 \text{ Kg. de azúcar}}{100 \text{ Kg. pulpa.}}$

$$\begin{array}{r} 100. - 0.1 \\ 4,158 - x \end{array} \quad x = \frac{0.1 \times 4,158}{100} = 4.158$$

o sea que se añaden $\frac{4.158 \text{ Kg. de azúcar}}{\text{hr.}}$

Del análisis bromatológico se tiene que el 2.52 % es fibra cruda o sea que la fibra que se va a quitar es $4,158 \times 0.0252 = 104 \text{ Kg./hr.}$

Fibra = 104 Kg./hr.

Gasto = 4,158 Kg./hr. mango + 4.158 Kg./hr. azúcar - 104 Kg./hr.fibra.

Gasto = 4,058 Kg./hr.

Densidad de la mezcla = 1 g./cm.³.

Volúmen del líquido = 4,058 litros/hora.

Tiempo de residencia = 20 min.

$$\frac{4,058 \times 20}{60} = 1,360 \text{ Litros}$$

El tanque se calcula excedido en un 20% para seguridad.

$$1,360 \text{ lts.} \times 1.20 = 1,630 \text{ Litros.}$$

$$\frac{L}{D} = 1.5$$

$$0.785 \times 1.5 \times D^3 = 1,630.000 \text{ cm}^3.$$

$$D^3 = \frac{1,630.000}{0.785 \times 1.5}$$

$$D^3 = 1,380.000$$

$$D = \sqrt[3]{1,380.000}$$

$$D = 113$$

$$L = 113 \times 1.5$$

$$L = 170 \text{ cm.}$$

Cálculo del espesor.

$$h = \frac{Pr}{ScE} + C$$

$$P = 170 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2} = 0.170 \frac{\text{Kg.}}{\text{cm}^2}$$

$$h = \frac{0.170 \times 56.5}{1,770 \times 0.60} + 0.158$$

$$h = 0.00905 + 0.158$$

$$h = 0.1671 \text{ cm.}$$

CALCULO DEL TANQUE T - 3 DONDE SE LE AGREGA EL CONSERVADOR.

Según la literaturam recomienda añadir 8 gramos de ácido sórbico, por cada kilogramo de producto.

Cantidad de ácido sórbico que hay que agregar:

1 Kg. producto - 0.008 Kg. ácido sórbico.

4,058 - x

$$x = 4,058 \times 0.008$$

x = 32 Kg. de conservador.

Del balance de material tenemos que se evaporan 45.1 Kg. de agua por cada 100 Kg. de pulpa fresca.

100 Kg. pulpa - 45.1 Kg. agua.

4,058 " - x

$$x = \frac{45.1 \times 4,058}{100}$$

x = 1,840 Kg. de agua evaporada.

Gasto = 4,058 Kg./hr. pulpa = 32 Kg./hr. conservador - 1,840 Kg./hr. de agua evaporada.

Gasto = 2,250 Kg./hr. producto.

S mezcla = $\frac{1 \text{ g.}}{\text{cm}^3}$.

Volúmen del Líquido = 2,250 Litros.

Tiempo de residencia = 20 min.

$$\frac{2,250 \times 20}{60} = 750 \text{ lts.}$$

Se calcula excedido en un 20%.

750 x 1.20 = 900 lts.

$$\frac{L}{D} = 1.5$$

$$0.785 \times 1.5 \times D^3 = 900,000 \text{ cm}^3$$

$$D^3 = \frac{900,000}{0.785 \times 1.5}$$

$$D^3 = 762,711$$

$$D = \sqrt[3]{762,711}$$

$$D = 90.5 \text{ cm.}$$

$$\frac{L}{D} = 1.5$$

$$L = 1.5 \times D$$

$$L = 1.5 \times 90.5$$

$$L = 136 \text{ cm.}$$

CALCULO DEL ESPESOR.

$$h = \frac{Pr}{ScE} + C$$

$$P = 0.163 \text{ Kg./cm}^2.$$

$$h = \frac{0.090 \times 45.2}{1,770 \times 0.60} + 0.158$$

$$h = 0.0037 + 0.158$$

$$h = 0.161 \text{ cm.}$$

CALCULO DEL TANQUE DE RETENCION

En caso de haber una falla en el equipo, se tiene este tanque y se calcula para que retenga el jugo de un turno completo o sea de 8 horas.

$$\text{Densidad de la pulpa} = 1.05 \text{ g/cm}^3.$$

$$G = 4,158 \text{ Kg./hr. pulpa.}$$

$$V = \frac{4,158 \text{ Kg./hr.} \times 8 \text{ hr.}}{1.05 \text{ g./cm}^3}.$$

$$V = 31,600 \text{ Litros.}$$

Se recomienda excedido un 25%.

$$V = 31,600 \times 1.25 = 39,500 \text{ Litros.}$$

$$V = 39,500 \text{ lts.}$$

$$\frac{L}{D} = 1.5$$

$$0.785 \times 1.5 \times D^3 = 39,500.000 \text{ cm}^3.$$

$$D^3 = \frac{39,500.000}{0.785 \times 1.5}$$

$$D^3 = 33,500.000$$

$$D = \sqrt[3]{33,500.000}$$

$$D = 322 \text{ cms.}$$

$$L = 322 \times 1.5$$

$$L = 482 \text{ cm.}$$

CALCULO DEL ESPESOR.

$$P = 1.05 \times 482 = 505 \text{ g./cm}^2.$$

$$P = 0.505 \text{ Kg./cm}^2.$$

$$h = \frac{0.505 \times 161}{1,770 \times 0.60} + 0.158$$

$$h = 0.0761 + 0.158 = 0.2341 \text{ cm.}$$

$$h = 0.2341 \text{ cm.}$$

CALCULO DE LOS AGITADORES

Los tanques que necesitan agitación son los tanques T2 y T3, los agitadores que se recomiendan son los de propela, que son los más usados industrialmente para líquidos cuya viscosidad no exceda de los 5,000 cps. tienen la propiedad de generar corrientes verticales impidiendo la sedimentación de los sólidos en suspensión. Estos agitadores son de tres aspas y de acero inoxidable tipo 304, los tanques van provistos de 4 mamparas de un décimo de ancho con relación al diámetro del tanque.

Para números de Reynolds mayores de 10,000 tenemos la siguiente ecuación empírica:

$$K_T = \frac{P_{gc}}{n^3 Da^5}$$

P = potencia necesaria en $\frac{\text{ft-lb}}{\text{seg.}}$

gc = constante de newton.

ρ = densidad lb/ft³

n = velocidad de giro en rps.

Da = diámetro del agitador en ft.

El número de Reynolds para agitadores es:

$$N_{Re} = \frac{Da^2 n \rho}{\mu}$$

CALCULO DEL AGITADOR DE TANQUE T2

Da = Diámetro del agitador 2 ft.

n = Velocidad de giro = 5 r.p.s.

ρ = Densidad = 62.3 lb/ft.³ = 1g./cm³.

μ = Viscosidad = 160 cps = 1.075 x 10⁻¹ lb/ft-seg.

$$N_{Re} = \frac{(2)^2 \times 5 \times 62.3}{1.075 \times 10^{-1}} = 11,600$$

N_{Re} = 11,600

$$P = \frac{K_T \times \rho \times n^3 \times Da^5}{gc.}$$

El valor de K_T = 0.32 se encuentra en la Pág. del Mc Cabe

$$P = \frac{0.32 \times 62.3 \times 125 \times 32}{32.2}$$

$$P = 2,490 \frac{ft - \overset{\rightarrow}{lb.}}{seg.}$$

$$P = \frac{2,490}{550} = 4.54$$

P = 4.54 H.P.

CALCULO DEL AGITADOR T3

Datos:

Da = 2 ft.

n = 5 rps.

ρ = 66.5 lb/ft³

μ = 160 cps = 1.075 x 10⁻¹ lb/ft-seg.

$$N_{Re} = \frac{(2)^2 \times 5 \times 66.5}{1.075 \times 10^{-1}} = 12,395$$

$$P = \frac{K_T \times x \times n^3 \times Da^5}{gc.}$$

$$K_T = 0.32$$

$$P = \frac{0.32 \times 66.5 \times 125 \times 32}{32.2}$$

$$P = 2,650 \frac{ft-lb}{seg.}$$

$$P = \frac{2,650}{550}$$

$$P = 4.8 \text{ HP}$$

CALCULO DEL EVAPORADOR

El tiempo de residencia en los tubos es de 1 a 3 seg., el evaporador es de circulación forzada, sirve para líquidos viscosos ya que mejora el coeficiente de transmisión de calor. Es recomendable para manejar líquidos - sensibles al calor, siendo también efectivos para manejar líquidos que al hervir forman espuma, la cual rompe la circulación del líquido.

Los tubos son de acero inoxidable, se le acopla un sistema de vacío al evaporador.

Ecuación de Transmisión de Calor:

$$q_s = -ws \lambda s$$

$$q = (wf-w) \lambda - wfif + wi.$$

q = Velocidad de transferencia de calor al Liq. Btu/hr.

if = Entalpia especifica del jugo fresco.

wf = Gasto en masa de jugo fresco entrando.

w = " " " " " concentrado (salida).

i = Entalpia especifica del jugo concentrado.

λ = Calor latente de evaporación a la Temp. de ebullición.

Esta ecuación puede ser modificada quedándose: Pág. 551 M^c.

Cabe ec 9-8.

$$q = ws \lambda s = (wf-w) \lambda + wf C_{pf} (t-t_f).$$

C_{pf} = Calor específico del jugo.

DATOS:

Temp. de entrada del jugo = 77°F = 25°C

" de salida del jugo = 180°F = 82°C

" de ebullición = 180°F = 82°C

" de calentamiento = 121°C

Calor latente de evaporación a 82°C = 550 K cal/kg.

Calor latente de condensación a 121°C = 523 K cal/kg.

$wf = 4,058$ Kg./hr.

$w = 2,218$ Kg./hr.

$wf - w = 1,840$ Kg./hr. de agua evaporada.

$C_p = 0.95$ K cal/Kg.°C

$$q = 1,840 \text{ Kg./hr.} \times 550 \text{ K cal/Kg.} + 4,058 \text{ Kg./hr.} \times 0.95 \text{ K cal/Kg.}^\circ\text{C} \quad (82-25)^\circ\text{C}.$$

$$q = 1,012.000 + 3,860 \quad (57).$$

$$q = 1,012.000 + 220,000.$$

$$q = 1,232.000 \text{ K cal/hr.}$$

EDUCACION DE DISEÑO:

$$q = UA \bar{\Delta T} \text{ Log.}$$

$$\bar{\Delta T} \text{ Log} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2.3 \text{ Log.} \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}$$

En este caso como el proceso de ebullición es a Temp. constante

$$\Delta T \text{ Log} = T_s - T_e.$$

T_s = Temp. condensación del vapor de calentamiento.

T_e = " ebullición del jugo en el evaporador.

$$T_s - T_e = 121 - 82 = 39^\circ\text{C}.$$

El valor del coeficiente de transmisión de calor reportado para ju go de mango es 1,455 K cal/hr. m^2C

$$A = \frac{q}{U \Delta T \text{ Log}}$$

$$A = \frac{1,232,000 \text{ K cal/hr}}{1,455 \frac{\text{K cal}}{\text{hr m}^2\text{C}} \times 39^\circ\text{C}}$$

$$A = \frac{1,232,000}{55,900} = 22$$

$$A = 22 \text{ m}^2$$

CALCULO DEL NUMERO DE TUBOS.

Para un tubo de 2" de diámetro = 5.08 cms. BWG #10 construidos en acero inoxidable tipo 316 con las siguientes dimensiones:

$$\phi \text{ externo} = 5.08 \text{ cms.}$$

$$\phi \text{ interno} = 1.732 \text{ in} = 4.39 \text{ cm.}$$

$$\frac{\text{Area externa}}{\text{m de Long.}} = \pi D L = 0.178 \frac{\text{m}^2}{\text{m Long.}}$$

El largo de los tubos de 3.5 m., el Area por tubo es: 3.5×0.178

$$A = 0.62 \frac{\text{m}^2}{\text{tubo}}$$

N = No. de tubos.

$$N = \frac{22}{0.62} = 36 \text{ tubos}$$

$$N = 36 \text{ tubos.}$$

CALCULO DE VAPOR VIVO.

$$q = ws \lambda s = 1,232.000 \text{ K } \frac{\text{cal}}{\text{hr.}}$$

$$\lambda s = 523 \text{ K } \frac{\text{cal}}{\text{Kg.}}$$

$$ws = \frac{q}{\lambda s} = \frac{1,232.000}{523} = 2,340 \text{ Kg./hr.}$$

$$\text{vapor vivo} = 2,340 \text{ Kg./hr.}$$

CALCULO DE LAS BOMBAS.

Todas las bombas son de acero inoxidable y son de tipo centrifuga.

CALCULO DE LA BOMBA B₁.

DATOS.-

Tuberia de acero inoxidable tipo 304 de 2.54 cms. = 1".

Eficiencia motor bomba = 60%.

2 Válvulas de check de 2.54 cms. = 1".

2 " de globo de 2.54 cms. = 1".

5 Codos de 90° de 2.54 cms. = 1".

Diferencia de altura entre succión y descarga.

$$15 \text{ ft} = 4.56 \text{ m.}$$

L = Distancia total, incluyendo los accesorios y Long equivalentes

$$100 \text{ ft} = 30.5 \text{ m.}$$

$$w = 4,158 \text{ Kg./hr.}$$

Datos del jugo de mango.

$$\mu = 150 \text{ cps.} = 0.101 \frac{\text{lb}}{\text{ft-seg.}}$$

$$\rho = 67 \text{ lb/ft}^3 = 1.075 \text{ g/cm}^3.$$

Velocidad del flujo:

$$G = V A \rho$$

G = Gasto en mas Kg./hr.

V = Velocidad.

A = Area.

ρ = Densidad.

q = V.A.

q = gasto en volúmen.

V = Velocidad.

A = Area.

$$V = \frac{q}{A}$$

$$V = \frac{4,158 \text{ lts/hr}}{0.006 \text{ ft}^2} \times \frac{\text{hr}}{3600 \text{ seg}} \times \frac{\text{ft}^3}{28.316 \text{ lts.}}$$

$$V = 6.8 \frac{\text{ft}}{\text{seg.}} = 2.07 \frac{\text{m}}{\text{seg.}}$$

ECUACION.

$$-W_{sn} = \frac{g}{gc} Z_b + \frac{V_b^2}{2gc} + H_f$$

Ws = Trabajo de la bomba.

n = eficiencia de la bomba.

g = constante de la gravedad.

gc = constante de newton.

Zb = altura de descarga.

Hf = pérdidas por fricción.

Vb = velocidad de descarga.

$$H_f = \frac{2fLV^2}{D_{gc}}$$

donde f es $f(N_{Re})$ su valor se encuentra en la gráfica de la Pág. 68 del -
Mc Cabe.

$$N_{Re} = \frac{DV}{\mu}$$

$$N_{Re} = \frac{1 \times 6.8 \times 67}{12 \times 0.101} = 378$$

$$N_{Re} = 378 = 3.78 \times 10^2$$

$$f = 0.043$$

$$H_f = \frac{2 \times 0.043 \times 100 \times (6.8)^2 \times 12}{1 \times 32.2}$$

$$H_f = 208 \frac{\text{lb ft}}{\text{lb}}$$

$$\frac{g}{gc} Z_b = \frac{32}{32.2} \times 15 = 15 \frac{\text{lb ft}}{\text{lb}}$$

$$\frac{V_b^2}{2gc} = \frac{(6.08)^2}{2 \times 32.2} = 0.72 \frac{\text{lb ft}}{\text{lb}}$$

$$-W_{sn} = \frac{g}{gc} Z_b + \frac{V_b^2}{2gc} + H_f$$

$$-W_{sn} = 15 + 0.72 + 208$$

$$-W_{sn} = 223.72 \frac{\text{lb ft}}{\text{lb}}$$

$$-W_s = \frac{223.72}{0.6} = 374$$

$$-W_s = 374 \frac{\text{lb ft}}{\text{lb}}$$

La ecuación para la potencia es la siguiente:

$$P = \frac{w}{550} W_s \quad w = \text{gasto} \quad w = 4,158 \text{ Kg./hr.} = 2.55 \text{ lb/seg.}$$

$$P = 1.7 \text{ H P}$$

El motor se selecciona de 2 H P.

CALCULO DE LA BOMBA B2.

DATOS:

Tubería de acero inoxidable tipo 304 de 2.54 cms. = 1".

Eficiencia motor bomba = 60% = n.

1 Válvula de check de 2.54 cms. = 1".

2 Válvulas de globo de 2.54 cm. = 1".

Diferencia de altura entre succión y descarga

$$20 \text{ ft} = 6.10 \text{ m.}$$

L = Distancia total incluyendo las Long. equivalentes de los

accesorios 90 ft = 27.5 m.

w = 4,158 Kg./hr. mango - 104 Kg./hr. fibra = 4,054 Kg./hr.

$$w = 4,054 \text{ Kg./hr.} = 2.47 \frac{\text{lb}}{\text{seg.}}$$

DATOS:

$$\rho = 1.05 \text{ g/cm}^3 = 65.5 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$\mu = 145 \text{ cps} = 0.0979 \frac{\text{lb}}{\text{ft-seg.}}$$

$$\text{Velocidad del flujo} = 6.62 \frac{\text{ft}}{\text{seg.}} = 2.03 \frac{\text{m}}{\text{seg.}}$$

$$N_{Re} = \frac{1 \times 6.62 \times 65.5}{12 \times 0.0979} = 354$$

$$N_{Re} = 3.54 \times 10^2$$

$$f = 0.045$$

$$HF = \frac{2 \times 0.045 \times 90 \times (6.62)^2 \times 12}{1 \times 32.2} = 134$$

$$H_f = 134 \frac{\overrightarrow{\text{lb ft}}}{\text{lb}}$$

$$\frac{g}{gc} Z_b = 20 \frac{\overrightarrow{\text{lb ft}}}{\text{lb}}$$

$$\frac{V_b^2}{2g_a} = \frac{(6.62)^2}{2 \times 32.2} = 0.68 \frac{\overrightarrow{\text{lb ft}}}{\text{lb}}$$

$$-W_{sn} = 20 + 0.68 + 134$$

$$-W_{sn} = 154.68 \frac{\overrightarrow{\text{lb ft}}}{\text{lb}}$$

$$-W_s = \frac{154.68}{0.6} = 265$$

$$P = \frac{2.47 \times 265}{550} = 1.19 \text{ H.P.}$$

$$P = 1.2 \text{ H.P.}$$

Se selecciona una bomba de 1.5 H.P.

CALCULO DE LA BOMBA B₃.

DATOS.-

Tubería de acero inoxidable tipo 304 de 1" = 2.54 cms.

Eficiencia motor bomba = 60%.

2 Válvulas de globo de 2.54 cms. = 1".

1 " de check de 2.54 cms. = 1".

3 Codos de 90° de 2.54 cms. = 1".

Z = Diferencia de altura entre succión y descarga 15 ft = 4.56 m.

L = Distancia total, incluyendo los accesorios y longitudes equivalentes

$$150 \text{ ft} = 45.7 \text{ m.}$$

DATOS DEL JUGO DE MANGO.

$$\mu = 160 \text{ cps} = 1.075 \times 10^{-1}$$

$$\rho = 62.3 \text{ lb/ft}^3 = 1. \text{g/cm}^3.$$

$$\text{Velocidad del flujo} = 6.63 \frac{\text{ft}}{\text{seg.}} = 2.03 \frac{\text{m}}{\text{seg.}}$$

$$N_{Re} = \frac{1 \times 6.63 \times 62.3}{12 \times 1.075 \times 10^{-1}} = 324$$

$$N_{Re} = 3.24 \times 10^2$$

$$f = 0.05$$

$$H_f = \frac{2 \times 0.05 \times 150 \times (6.63)^2 \times 12}{1 \times 32.2}$$

$$H_f = 247 \frac{\text{lb ft}}{\text{lb}}$$

$$z_b = 15 \frac{\text{lb ft}}{\text{lb}}$$

$$\frac{v_b^2}{2g_c} = \frac{44}{32.2} = 1.37 \frac{\text{lb ft}}{\text{lb}}$$

$$-W_{sn} = 15 + 1.37 + 247$$

$$-W_{sn} = 263.37 \frac{\text{lb ft}}{\text{lb}}$$

$$-W_s = \frac{263.37}{0.60} = 439$$

$$-W_s = 439 \frac{\text{lb ft}}{\text{lb}}$$

$$w = 4,058 \text{ Kg./hr.} = 2.48 \text{ lb/seg.}$$

$$P = \frac{2.48 \times 439}{550} = 1.88$$

Se escoge un motor de 2 H.P.

CALCULO DE LA BOMBA B4.

DATOS:

Tubería de acero inoxidable tipo 304 de 2.54 cms. = 1".

Eficiencia motor bomba = 60%.

2 Válvulas de check de 2.54 cms. = 1".

3 Válvulas de globo de 2.54 cms. = 1".

3 Codos de 90° de 2.54 cms. = 1".

Z = Diferencia de altura entre succión y descarga 20 ft = 6.10 m.

L = Distancia total, incluyendo las longitudes equivalentes de los accesorios.

$$90 \text{ ft} = 27.5 \text{ m.}$$

w = 4,058 Kg./hr. pulpa - 1,840 Kg./hr. de H₂O evaporada.

$$w = 2,218 \text{ Kg./hr.} = 1.35 \frac{\text{lb}}{\text{seg.}}$$

DATOS DEL JUGO:

$$\mu = 160 \text{ cps} = 1.075 \times 10^{-1} \frac{\text{lb}}{\text{ft-seg.}}$$

$$\rho = 62.3 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} = \frac{\text{lg}}{\text{cm}^3}$$

$$V = 3.61 \frac{\text{ft}}{\text{seg.}} = 1.1 \text{ m/seg.}$$

$$N_{Re} = \frac{1}{12} \times \frac{3.61}{1.075} \times \frac{62.3}{10^{-1}} = 200$$

$$N_{Re} = 2.0 \times 10^2$$

$$f = 0.08$$

$$H_f = \frac{2 \times 0.08 \times 90 \times (3.61)^2 \times 12}{1 \times 32.2}$$

$$H_f = 68 \frac{\text{lb ft}}{\text{lb}}$$

$$\frac{g}{gc} Z_b = 20 \frac{\text{lb ft}}{\text{lb}}$$

$$\frac{Vb^2}{2gc} = \frac{13}{2 \times 32.2} = 0.201 \quad \frac{\overset{\rightarrow}{lb} \text{ ft}}{lb}$$

$$-W_{sn} = 20 + 0.201 + 68$$

$$-W_{sn} = 88.201 \quad \frac{\overset{\rightarrow}{lb} \text{ ft}}{lb}$$

$$-W_s = \frac{88.201}{0.6} = 148$$

$$-W_s = 148 \quad \frac{\overset{\rightarrow}{lb} \text{ ft}}{lb}$$

$$P = \frac{1.35}{550} \times 148 = 0.364$$

$$P = 0.364 \quad \text{H.P.}$$

El motor se selecciona de 0.5 H.P.

CALCULO DE LA BOMBA B₅.

DATOS.-

Tubería de acero inoxidable tipo 304 de 1" = 2.54 cms.

Eficiencia motor bomba = 60%.

2 Válvulas de check de 2.54 cms. = 1".

2 " de globo de 1" = 2.54 cms.

3 Codos de 90° de 1" = 2.54 cms.

Z = Diferencia de altura entre succión y descarga

$$20 \text{ ft} = 6.10 \text{ m.}$$

L = Distancia total incluyendo los accesorios y longitudes equivalentes

$$100 \text{ ft} = 30.5 \text{ m.}$$

DATOS DEL JUGO.

$$\mu = 160 \text{ cps} = 1.075 \times 10^{-1} \quad \frac{lb}{ft\text{-seg.}}$$

$$\rho = 62.3 \quad \frac{lb}{ft^3} = \frac{1g}{cm^3}$$

$$W = 2,250 \frac{\text{Kg. de producto}}{\text{hr.}} = 1.37 \frac{\text{lb}}{\text{seg.}}$$

$$V = 6.3 \frac{\text{ft}}{\text{seg.}} = 206 \text{ m/seg}$$

$$N_{Re} = \frac{1}{12} \times \frac{6.3}{1.075} \times \frac{62.3}{10^{-1}} = 307$$

$$N_{Re} = 3.07 \times 10^2$$

$$f = 0.053$$

$$H_f = \frac{2 \times 0.053 \times 100 \times (6.3)^2 \times 12}{1 \times 32.2} = 159$$

$$H_f = 159 \frac{\vec{\text{lb ft}}}{\text{lb}}$$

$$Z_b = 20 \frac{\vec{\text{lb ft}}}{\text{lb}}$$

$$\frac{V_b^2}{2gc} = \frac{40}{64.4} = 0.62 \frac{\vec{\text{lb ft}}}{\text{lb}}$$

$$-W_{sn} = 20 + 0.62 + 159 = 179.62$$

$$-W_{sn} = 179.62 \frac{\vec{\text{lb ft}}}{\text{lb}}$$

$$-W_s = \frac{179.62}{0.6} = 299$$

$$-W_s = 299 \frac{\vec{\text{lb ft}}}{\text{lb}}$$

$$P = \frac{1.37 \times 299}{550} = 1.65$$

$$P = 1.65 \text{ H.P.}$$

Se selecciona un motor de 2 H.P.

CALCULO DE LA CENTRIFUGA.

La fibra que contiene el mango puede separarse en una centrifuga filtrante, el jugo de mango se introduce en una cesta rotatoria provista de paredes perforadas o acanaladas, recubriendo la pared se encuentra una tela metálica, La presión producida por la centrifuga obliga al liquido a pasar a través del medio filtrante, dejando atrás la fibra. Si se corta la alimentación de la cesta y se deja girar durante poco tiempo, escurre gran parte del liquido residual contenido en la torta, dejando la fibra del mango más seco, que en un filtro prensa o que en un filtro de vacío.

El tipo más comúnmente usado es la centrifuga con suspensión superior. La cesta perforada oscila entre 0.75 y 1.20 m de diámetro y 0.45 a 0.75 m de profundidad, giran a velocidades comprendidas entre 600 y 1800 r.p.m. Los sólidos forman una torta de 5 a 15 cm. de espesor dentro de la canasta.

La centrifuga seleccionada es marca MAPISA construida en acero de bajo carbón 25-30, forrada con lámina de acero inoxidable con las especificaciones siguientes:

Espesor máximo de la torta = 15 cm.

Diámetro de la cesta = 1 m.

Capacidad de los sólidos = 150 dm³.

Velocidad = 1200 r.p.m.

CALCULO DE LA FUERZA CENTRIFUGA.

$$F_c \equiv \frac{mv^2}{r}$$

$$m = \frac{p}{g}$$

Fc = Fuerza Centrifuga.

v = Vel. tangencial en m/seg.

m = masa en Kg.

r = radio de giro en metros.

p = Peso en Kg.

g = gravedad = 0.81 m/seg.

$$v = \text{tangencial} = \pi \times D \quad (\text{r.p.m.}) = \frac{3.1416 \times 1 \times 1200}{60}$$

$$v = 62.5 \frac{\text{m}}{\text{seg.}}$$

$$m = \frac{1.000}{9.81} = 0.102 \text{ Kg. masa}$$

$$Fc = \frac{0.102 \times (62.5)^2}{0.5}$$

$$Fc = 798.$$

Fc = 798 veces la fuerza de la gravedad.

La cantidad de fibra que se va a separar va a ser 104 Kg./hr.

La capacidad de esta centrifuga es de 150 dm³, la cual es mayor que nuestra capacidad.

EVALUACION ECONOMICA.

Como ya se habia mencionado antes esta planta va a operar únicamente durante los meses de mayo, junio y julio que es la época de cosecha del mango, aunque esto no representa ningún problema grave, ya que este mismo equipo puede utilizarse para el aprovechamiento industrial de otras frutas, ya sea melón, sandía, naranja, durazno,

chabacano, pera, piña, etc. frutas que se cosechan durante temporadas diferentes a la del mango.

Gran parte del costo del equipo, se obtuvo por cortización directa, y por la literatura especializada, usando los índices de Marshall y - - Stevens, pero actualizándolos, también se utilizó la siguiente ecuación:

$$E_b = E_a \left[\frac{C_b}{C_a} \right]^{0.6}$$

El factor 0.6 - Si el costo de una pieza dada se conoce a determinada capacidad, el costo de la unidad similar "X" veces mayor se calcula -- con la ecuación anterior de donde el significado de sus literales son las siguientes:

- Ca = Capacidad del equipo A.
- Cb = " " " B.
- Ea = Costo del equipo A.
- Eb = " " " B.

Esta ecuación se puede aplicar hasta para capacidades mayores - de 10 veces mayor como límite.

EQUIPO ADQUIRIDO

3 Tanques de proceso	\$ 256,000.00
1 Tanque de retención	194,000.00
2 Agitadores de propela	19,662.50
1 Evaporador de circulación forzada	250,000.00
5 Bombas centrifugas	148,000.00
1 Centrifuga de canasta	387,000.00
1 Pulper E-Z Adjust marca MAPISA	30,000.00

1 Exhausters marca MAPISA (vacío)	58,700.00
1 Engargoladora marca MAPISA	35,000.00
1 Autoclave marca MAPISA	17,100.00
	<hr/>
	\$1,395,462.50

EQUIPO INSTALADO.

Se toma el 43% referido al costo del equipo adquirido

$$1,395,462.50 \times 0.43 = \$600,000.00$$

INSTALACION DE LA TUBERIA.

Para una tubería de diámetro de 1" de acero inoxidable tipo 304, siendo 3% - para tubos, 25% para conexiones y 10% para válvulas \$259,000.00.

Instrumentación.- Se toma un 15% \$221,000.00.

Aislante.- Se toma el 8% del costo del equipo adquirido \$112,000.00.

Electricidad.- Se toma el 10% del costo del equipo adquirido \$139,546.25.

Edificio.- Se toma el 40% del costo del equipo adquirido \$550,000.00.

Terrenos y mejoras del mismo.- Se toma el 20% del costo del equipo - -
adquirido \$278,000.00.

Servicios de agua y vapor.

VAPOR.- El vapor que se requiere para el evaporador es de 2340 Kg./hr.

vapor para el eyector, exhauster y autoclave se requiere 260 Kg./hr.

2,340 Kg./hr. + 260 Kg./hr. = 2600 Kg./hr. de vapor.

Se calcula excedido un 50% previendo una posible expansión = 3,900 Kg./hr.

de vapor a un costo de \$143.90 Kg./hr. = \$550,000.00.

Vapor \$550,000.00.

Costo fijo de la planta = Instalación de equipo + equipo adquirido + tubería + Instrumentación + aislamiento + electricidad edificio + terreno + servicios.

Equipo adquirido	\$1,395,462.50
Equipo instalado	600,000.00
Tubería	259,000.00
Instrumentación	221,000.00
Aislamiento	112,000.00
Electricidad	139,546.25
Edificio	550,000.00
Terrenos	278,000.00
Servicios	<u>550,000.00</u>
COSTO FISICO DE LA PLANTA	\$4,104,462.50

Ingeniería y construcción, se tomó el 15% del costo físico de la planta \$619,000.00.

Costo directo de la planta = Costo físico de la planta + Costo de Ingeniería y Construcción.

COSTO DIRECTO: \$4,104,462.50 + 619,000.00.
= \$4,723,462.50

Honorarios del contratista.- Se tomó el 4% del costo directo de la planta - \$188,000.00.

Imprevistos.- Se tomó el 5% del costo directo de la planta. \$236,000.00.

CAPITAL FIJO: = Costo directo + Honorarios del contratista + imprevistos.

Costo directo	\$4,723,462.50
Honorarios contratista	188,000.00
Imprevistos	<u>236,000.00</u>
CAPITAL FIJO:	\$5,147,462.50

COSTO DE PRODUCCION

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

Costo directo 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.

COSTO DE PRODUCCION (BASE / TONELADA).

MATERIA PRIMA.

Mango fresco = 3,120 Kg. de mango a \$0.90 = \$2,808.00
Azúcar = 1.82 Kg. a \$1.90 \$ 3.45

MANO DE OBRA.

Se requieren de 15 obreros por turno, con un salario de \$30.00 diarios
y se considera un 35% para prestaciones.-

\$ 33.40.

SUPERVISION.

Se requiere 1 Ing. Químico por turno con un sueldo de \$5,000.00 mensuales
y se toma un 20% por cargos indirectos \$ 11.2

MANTENIMIENTO.

4 obreros por turno y 1 maestro con un sueldo de \$900.00 mensuales y \$2,000.00 respectivamente.

35% de prestaciones \$14.00.

MATERIALES DE PLANTA.

Son aquellos como empaques, lubricantes, grasas.- Se toma un 15% de los costos anuales de mantenimiento.

\$2.10.

*REGALIAS Y PATENTES.

Se estimó en un 1% sobre el precio de venta del producto. se incluyeron los cargos por venta de equipos transportadores, sistema de selección, silas de retención, lavadora y enlatadora.

\$54.00.

SERVICIOS.

Incluyen vapor, agua, refrigeración, etc.

Vapor: El vapor requerido para el evaporador; el eyector, el exhauster y la autoclave es 2600 Kg./hr. La producción por hora es de 2.24 toneladas

requiriéndose por consiguiente 1,161 Kg.vapor
Ton. de producto al costo

unitario de \$25.00 tonelada \$29.10.

AGUA.

El agua requerida por hora es de 2m³ al costo unitario de \$0.35 m³, esta agua es para reponer pérdidas en los equipos y para aseo de la planta, ya -

que el vapor condensado se recircula a la caldera.

\$0.31.

ELECTRICIDAD.

La potencia requerida para todo el proceso es de 35 KW-Hr. a un costo unitario de \$0.35 KW-hr., está incluido el alumbrado y todos los motores.

\$5.50

Costos indirectos de producción = Laboratorio + envase.

LABORATORIO.

Se requiere 1 obrero calificado y 1 químico industrial por turno con un - - sueldo de \$2,000.00 y \$4,000.00 respectivamente y un 20% para materiales. \$13.40.

ENVASE.

Las latas son del # 1 1/2, con las siguientes dimensiones 6.812 cm. de diámetro x 12.21 de largo con una capacidad de 350 cc. a un costo unitario - de \$0.35, siendo la densidad del jugo 1.08 g/cm³.

1 lata	-	367.5 g.
x	-	1,000.000 g.
x	-	2,720 latas.

2,720 x 0.35 = \$950.00. \$950.00

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.

DEPRECIACION.- Se toma el 10% del capital fijo.

IMPUESTOS.

\$106.20

Se toma el 1% anual del capital fijo por impuestos prediales.
\$ 5.31.

SEGUROS:

Son variables: dependen del riesgo del equipo, se toma el 1% con respecto al capital fijo invertido \$5.31.

GASTOS GENERALES

Los gastos generales son los que cubren los gastos de administración, ventas, investigación, intereses.

GASTOS DE ADMINISTRACION.

Son los salarios causados por la administración, como los salarios de la gerencia, honorarios legales, auditoría.

1 Gerente	\$10,000.00
1 Administrador General	6,000.00
1 Contador	4,000.00
1 Secretaria	2,000.00
	<u>\$22,000.00</u>

$$\frac{22,000.00 \text{ men.}}{30 \text{ días} \times 8 \text{ horas}} = 96 \text{ horas.}$$

$$\frac{96 \text{ horas}}{2.24 \text{ Ton./hr.}} = \$42.90$$

Gastos de Administración \$42.90

*DISTRIBUCION Y VENTAS.

Estas varían desde 2% hasta el 30% del precio de venta, dependiendo de producto, en el caso del jugo de mango poca promoción, se tomó el 2%. \$108.00

*INVESTIGACION.

Por ser la planta pequeña se tomó el 1% del precio de venta. \$54.00.

COSTO TOTAL DEL PRODUCTO.

Materia Prima	\$ 2,811.45
Mano de Obra	33.40
Supervisión	11.20
Mantenimiento	14.00
Materiales de Planta	2.10
Regalías y Patentes	54.00 *
Servicios	34.91
Laboratorio	13.40
Envase	950.00

COSTOS FIJOS

Depreciación	106.20
Seguros	5.31
Impuesto Predial	5.31

GASTOS GENERALES

Administración	42.90
Ventas	108.00
Investigación	54.00

COSTO TOTAL DEL PRODUCTO:
POR TONELADA.

54.00
\$4,246.18

DETERMINACION DEL CAPITAL DE TRABAJO.

INVENTARIO DE MATERIA PRIMA:

Se recibe fruta para 3 días de producción debido a que se pierde

$$15,000 \frac{\text{TON.}}{3 \text{ meses}} \times \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ días}} \times 3 \text{ días} = 500 \text{ TON.}$$

$$\$ 500 \text{ TON. a } \$900 \text{ TON.} \quad \$450,000.$$

$$\underline{\$450,000.}$$

INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO.

Se tomaron 15 días de producción.

$$2,240 \text{ Kg./hr.} \times \frac{24 \text{ hr.}}{1 \text{ día.}} \times 15 = 805,000 \text{ Kg.}$$

$$805,000 \text{ Kg.} = 805 \text{ TON.}$$

$$805 \text{ TON.} \times \$5,400 \quad \underline{\$4,350,000.00}$$

CREDITO EXTENDIDO.

Se tomaron 15 días de producción al precio de venta.

4,850 TON. se producen en 3 meses.

$$\frac{4,850}{2 \times 3} = \frac{1,616.60}{2} \text{ TON. se producen en un mes}$$

$$\frac{1,616.60}{2} \text{ TON./mes a } \$5,400.00$$

$$\underline{\underline{\$4,320,000.00}}$$

INVENTARIO DE PRODUCTO EN PROCESO.

Se tomó un día de producción valuado al costo de producción.

$$53.5 \frac{\text{TON.}}{\text{DIA}} \times \$4,246.18 = \underline{\underline{\$226,000.00}}$$

FONDO DE CAJA.

Se tomaron 15 días al costo de producción.

$$\frac{1,616.60}{2} \times 4,246.18 = \underline{\underline{\$3,495,000.00}}$$

CAPITAL DE TRABAJO

Materia Prima	\$ 450,000.00
Inv. producto terminado	4,350,000.00
Crédito extendido	4,320,000.00
Producto en proceso	226,000.00
Fondo de Caja	<u>3,495,000.00</u>
	<u>\$12,841,000.00</u>

CAPITAL DE TRABAJO 12,841,000.00

VENTAS BRUTAS.

4,850 TON. Se producen en 3 meses.

el precio de venta es de \$5,400.00 por una Ton.

$4,850 \times 5,400 = \$26,190,000.00$

INGRESOS MERCANTILES.

Se paga el 3%.

$\$26,190,000.00 \times 0.03 = \$785,700.00.$

COSTO DE PRODUCCION.

4,850 TON. en 3 meses.

\$4,246.18 Por toneladas que es el costo de producción.

$4,850 \times 4,246.18 = \$20,600,000.00$

IMPUESTOS.

Se paga el 42% de la utilidad bruta.

Ventas brutas	\$26,190,000.00
(-) Ingresos Mercantiles	<u>785,700.00</u>
VENTAS NETAS:	<u>\$25,404,300.00</u>
(-) Costo total de producción	<u>20,600,000.00</u>
UTILIDAD BRUTA:	<u>\$ 4,804,300.00</u>
(-) IMPUESTOS	<u>2,017,806.00</u>
UTILIDAD NETA:	<u>\$ 2,786,494.00</u>

INVERSION TOTAL =	CAPITAL DE TRABAJO	*	CAPITAL FIJO
Capital de trabajo			\$12,841,000.00
Capital fijo			<u>5,147,462.50</u>
	INVERSION TOTAL		\$17,988,462.50

$$\text{RENTABILIDAD} = \frac{\text{UTILIDAD NETA ANUAL}}{\text{Inversión Total}} \times 100$$

$$R = \frac{2,786.494}{17,988,462.50} \times 100 = 16$$

$$R = 16\%$$

$$\text{Tiempo en que se recupera la inversión} = \frac{\text{Inversión Total}}{\text{Utilidad Neta.}}$$

$$T = \frac{17,988,462.50}{2,786,494} = 6.4$$

Tiempo en que se recupera la inversión 6.4 años.

Gráfica del punto de equilibrio.

Costos Fijos = Costos Indirectos de Producción + Costo Fijo de Producción.

Costo Indirecto de Producción = Lab. + Envase.

Costo Fijo de Producción = Depreciación + Seguros + Impuestos Prediales.

Costo Variable = Costo Total de Producción - Costos Fijos.

Ventas Netas = 25,404,3000.00.

Laboratorio	\$ 13.40
Envase	950.00
Depreciación	106.20
Seguros	5.31
Imp. Prediales	<u>5.31</u>
	\$1,080.22

1,080 x 4,850 TON = \$5,238,000.00

COSTOS FIJOS = \$5,238,000.00

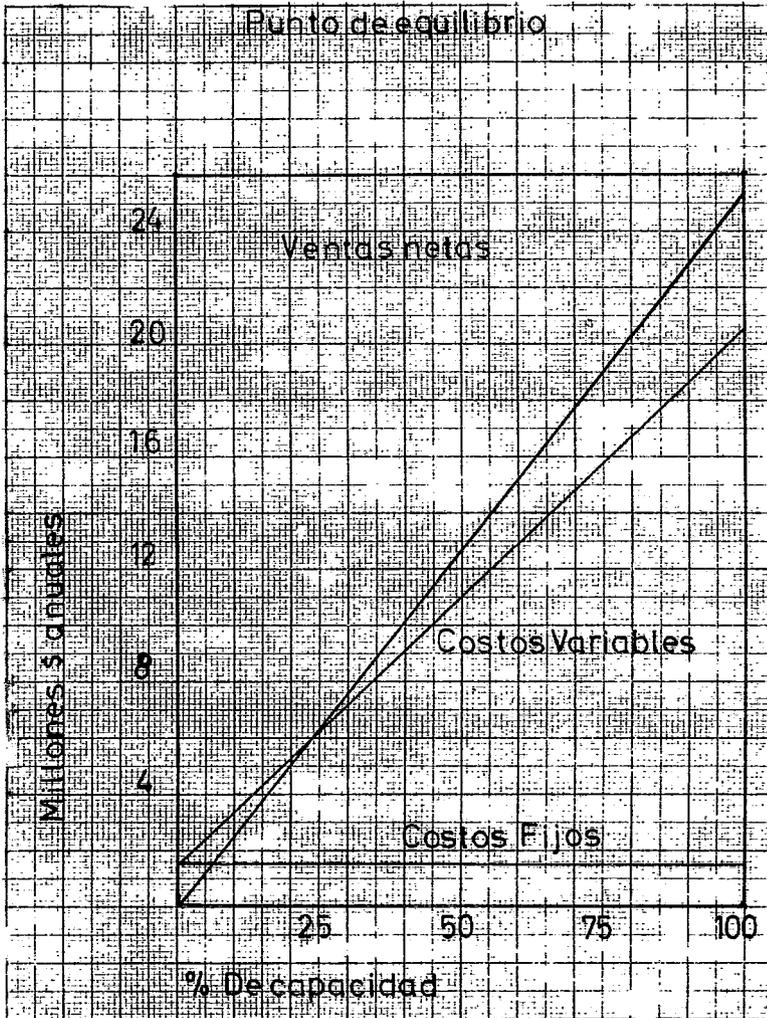
Costos Variables:

Costo total de producción.

4,246.18 x 4,850 = \$20,600.000.

Costos fijos (-) 5,238.000
15,362.000

Costos Variables: = \$15,362.000.00



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

Para esta capacidad de 15,000.00 toneladas anuales de mango fresco la renta bilidad resultante fue del 16%, se supuso que el equipo absorbió toda la de preciación anual en un lapso de tres meses, la planta está diseñada para -- trabajar todo el año, por este motivo la rentabilidad debe aumentar, no se hicieron consideraciones por concepto de la venta de cáscara y hueso del -- mango, ya que éste puede industrializarse, vendiéndose en forma seca con -- aplicación para fertilizantes y forraje, por quedar fuera de los propósitos de esta tesis.

La rentabilidad admitida es del 15 al 20%, por la que la rentabilidad obtenida en el presente trabajo está dentro de lo correcto.

Por lo tanto, se concluye que la capacidad a la que trabaja la planta es la indicada, recomendándose una de mayor capacidad, pero no una de menor capacidad, ya que al aumentar la capacidad de la planta disminuimos los costos - fijos de la misma.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Escobar R. Enciclopedia Agrícola y de Conocimientos Afines. Escuela Particular de Agricultura. Cd. Juárez, Chih. México (1945).
- 2.- Desrosier N. The technology of food preservations. The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut (1959).
- 3.- Mc Cabe W. y Smith J. Unit Operations of Chemical Engineering Mc. Graw Hill N.Y. (1963).
- 4.- Perry J. Chemical Engineering Handbook. Mc. Graw Hill book Co. N. Y. (1963).
- 5.- Resumen del Boletín Mensual de la Dirección General de Economía Agrícola. Editado por la Secretaria de Agricultura y Ganadería (1963), - - (1964), (1967) y (1968).
- 6.- Flow of Fluids. Crane Co. Engineering and Research Division through valves fittings and pipe. Chicago (1965).
- 7.- Brown G. Operaciones Básicas de la Ing. Química. Marín Barcelona. (1965).
- 8.- Stumbo C. Thermobacteriology in food processing. Academia Press Inc. - N. Y. (1965).
- 9.- Jacobs M. Chemical Analysis of food and food products. D. Van Nostrand - Company, Inc. N.Y. (1958).
- 10.- Tressler D. The freezing preservations of foods. The Avi Publishing - - Company, Inc. Westport, Conn. (1959).