

*Universidad Iberoamericana*

INCORPORADA A LA U.N.A.M.

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

**ANALISIS TECNICO Y ECONOMICO SOBRE LA  
EXTRACCION DE ACEITE DE SEMILLA DE UVA**

**TESIS PARA OPTAR POR EL TITULO DE**

**INGENIERO QUIMICO**

**ALBERTO I. SANCHEZ PALAZUELOS**

**1 9 6 4**



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.

Deseo expresar mi reconocimiento a la Dirección Técnica y supervisores del Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas, A. C., y especialmente a la Sección de Ingeniería de Procesos, por la asistencia y facilidades que me fueron brindadas para la realización de esta tesis.

A mis padres y hermanos

A mis maestros

A Laura

## CONTENIDO

### INTRODUCCION

- I. INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA SOBRE EL ACEITE DE SEMILLA DE UVA
  - A. Generalidades
  - B. Procesos de extracción
- II. DISPONIBILIDAD DE LA MATERIA PRIMA (ORUJO) EN LA REPUBLICA MEXICANA
  - A. Producción de uva
  - B. Consumo de uva en la industria vitivinícola
- III. VOLUMEN POTENCIAL DE PRODUCCION DE ACEITE DE SEMILLA DE UVA
  - A. Mercado de aceites
  - B. Producción de aceite de semilla de uva
- IV. PROCESO SELECCIONADO
  - A. Fases del proceso

**B. Cálculo y especificaciones del equipo.**

**V. ESTIMACION DE COSTOS.**

**A. Bases consideradas.**

**B. Inversión requerida.**

**C. Costos de producción.**

**D. Gastos generales.**

**E. Costo total del producto.**

**F. Utilidad y rentabilidad.**

**G. Tiempo de retorno de la inversión.**

**H. Efectos económicos en la variación de la capacidad.**

**I. Análisis económico del proceso de extracción por medio de disolventes.**

**VI. CONCLUSIONES.**

**BIBLIOGRAFIA.**

**APENDICE.**

## INTRODUCCION

En los países vitivinícolas por excelencia, se ha llegado a un aprovechamiento casi total de los desperdicios de dicha industria. El orujo, que es el conjunto de residuos de la molienda, fermentaciones y destilaciones, incluye la cáscara, semilla y talluelos de la uva y ha sido industrializado en algunas localidades, para obtener diversos productos, tales como taninos, ácido tartárico, y aceite de la semilla, siendo este último, el de mayor importancia.

En México, en la última década, la superficie dedicada al cultivo de la vid, ha aumentado considerablemente, y como resultado se elaboran hoy en día un mayor número y un significativo volumen de vinos y licores.

En los últimos años, varias empresas industriales del país, han venido considerando la posible conveniencia de instalar unidades complementarias para aprovechar estos desperdicios, sin que a la fecha haya cristalizado alguno de estos proyectos. Es evidente, sin embargo, que el auge de la industria vitivinícola del país, ha traído como consecuencia un mayor volumen disponible de orujo y por ende un adelanto en el problema de la disponibilidad de suficiente materia prima para hacer posible su aprovechamiento.

El Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas, A. C., dentro de sus programas permanentes de investigación exploratoria, ha considerado meritoria la revisión del tema del posible aprovechamiento del orujo, conjuntamente con otros subproductos agrícolas e industriales del país, con el fin de que en su debida oportunidad se revise cada uno de estos temas y en su caso, se determine la conveniencia de considerarlos en conjunto, todo ello a propósito de lograr, no sólo volúmenes adecua

dos que permitan una operación rentable, sino también en términos de los periodos de disponibilidad de las materias primas y de los niveles de producción de cada una de ellas.

El propósito de esta investigación técnico - económica, es pues el de contribuir con un primer acercamiento al problema general que nos ocupa, ofreciendo elementos objetivos de juicio sobre el interés actual que pueda asignarse a este tipo de aprovechamiento y derivar así, bases que puedan servir en el futuro para llegar a decisiones en el orden de proyectos industriales concretos.

Se ha tratado de determinar en este estudio, en la forma más adecuada posible, la disponibilidad del orujo como materia prima para la obtención de aceite de semilla de uva, así como de analizar los distintos procesos de extracción adaptables al caso y precisar el orden de magnitud de la producción potencial del aceite de uva y su incidencia en el mercado nacional de las grasas y aceites.

Este estudio incluye los principales aspectos técnico - económicos involucrados en la extracción de aceite a efecto de prever la importancia de las distintas variedades y en suma, a visualizar las características dimensionales de un proyecto industrial, a nivel rentable, y anticipar así, las posibilidades prácticas de dicho proyecto considerado por sí solo y también en términos de conjugarlo con otros recursos agrícolas e industriales del país.

I. INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA  
SOBRE EL ACEITE DE SEMILLA  
DE UVA

I. INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA  
SOBRE EL ACEITE DE SEMILLA  
DE UVA

## A. GENERALIDADES SOBRE EL ACEITE DE SEMILLA DE UVA.

Los países que han logrado una explotación mejor implantada del aceite de semilla de uva son Francia e Italia, y en menor escala España, Alemania, Estados Unidos, Rusia y Argentina (20, 21, 22, 23, 36, 37).

La materia prima para la extracción del aceite o sea la semilla de uva, se obtiene como desperdicio de la industria vitivinícola. Dicha semilla se encuentra en proporción de un 25% en promedio (12, 17, 27, 28), en el orujo húmedo, término con que se conoce al residuo descrito en la introducción que constituye un 20% de la uva procesada (12, 36).

El contenido y calidad del aceite de la semilla, depende de varios factores, como son las condiciones climatológicas, época de cosecha, tipo de uva y principalmente del tiempo y forma de conservación del orujo (12, 17, 21). Con referencia a la conservación, se ha encontrado que cuando la semilla se almacena con altas humedades por largo tiempo sin separarse del resto del orujo tiene lugar una fermentación termogénica, la cual ocasiona un aumento de los ácidos grasos libres que alteran la calidad del aceite (28). El aceite se encuentra en la semilla en cantidades que varían del 6 al 21%, con valores promedio

del orden de 15% (12, 16, 17).

En la literatura (16, 21) se consigna este aceite dentro del grupo de los semisecantes comestibles. Es soluble en la mayoría de los disolventes orgánicos (3, 15, 16, 24, 32). Su color es amarillo rojizo cuando se extrae por expresión, y verde aceituna cuando la extracción se hace por medio de disolventes, resulta de un color amarillo brillante una vez refinado (15, 17, 21, 36).

Expresado en términos del sistema Lovibond para algunos aceites americanos extraídos por presión el color resulta ser 40 amarillo y 1.6 rojo y para algunos extraídos por disolventes 43 amarillo y 2 rojo (7).

Su densidad varía de 0.917 a 0.923 g/cm<sup>3</sup>, considerándose 0.921 g/cm<sup>3</sup>, como valor promedio.

La composición de los ácidos grasos en el aceite es como sigue (17, 21, 23):

ácido linoleico	55 a 65%
ácido oleico	20 a 30%
ácido esteárico	7 a 8%
ácido palmítico	5 a 6%
ácido araquídico	trazas

El ácido linoleico está constituido por:

ácido $\alpha$ - linoleico	82.0%
ácido $\beta$ - linoleico	17.5%
ácido $\gamma$ - linoleico	0.5%

Algunos investigadores han reportado trazas de ácido linolénico en el aceite (12, 17, 21, 22, 28, 32). En un

estudio analítico aparece la glicerina de los glicéridos en un 4.6%, y la materia no saponificable entre 0.5 a 1%.

Por medio de algunas pruebas sobre esta fracción, estando entre ellas el punto de fusión del producto acetilado (129.4°C), se comprobó la presencia de esteroides, posiblemente representados por sitosterol (17, 28).

Entre las reacciones de identificación del aceite pueden mencionarse las siguientes:

Con el reactivo de Heydenreich da coloración anaranjada, que después se torna parda; por otra parte, se obtiene una coloración anaranjada parduzca que pasa después a rojiza con el reactivo de Houchecome y Brulle. No desarrolla coloración con los reactivos de Millian, de Halphen o de Villavecha - Fabris (21).

Por su composición el aceite entra dentro del grupo oleico-linoleico (2, 23). Sus principales usos son como comestible, en la industria jabonera, y en la manufactura de pinturas dependiendo de sus especificaciones técnicas (16, 17, 21, 22, 23).

Como aceite comestible presenta la característica de poder usarse por personas que padecen enfermedades circulatorias, en virtud de su bajo contenido de ácidos grasos saturados, además de su contenido de tocoferol (29).

Por lo que se refiere a las aplicaciones del aceite en la industria de pinturas, se ha usado en la preparación de resinas, en combinación con aceite de linaza (28, 30), y en la elaboración de resinas alquídicas y fenólicas con buenas propiedades plásticas (33).

Se le ha utilizado también como lubricante, y como aditivo para aceites lubricantes, con características de comportamiento parecidas al aceite de ricino (13).

## B. PROCESOS DE EXTRACCION.

Para la extracción de aceite de semilla de uva, el proceso se puede dividir en dos pasos principales, el tratamiento del orujo y la operación de extracción propiamente dicha.

El primer paso consiste en separar la semilla del orujo húmedo, y después secarla hasta un contenido bajo de humedad, con objeto de facilitar la operación de extracción que es la etapa inmediata. Esta presenta dos alternativas ya sea que se efectúe mediante el uso de disolventes, o por medios mecánicos.

La investigación bibliográfica efectuada sobre la extracción de aceite de semilla de uva indicó que el sistema de expresión mecánica es el usado en plantas europeas; las capacidades son inferiores a 2,000 toneladas por año de aceite (51, 53).

Dichas plantas emplean este sistema debido a la relativa baja inversión, así como a la facilidad que presenta la operación (27, 28, 51, 53).

La única planta encontrada que extrae aceite de semilla por medio de disolventes, está localizada en los Estados Unidos de Norteamérica, y produce aproximadamente 6,000 toneladas de dicho aceite por año (52).

Como es ampliamente conocido, los resultados de la extracción por expresión no son muy satisfactorios, espe

cialmente cuando se trata de semillas con un bajo contenido de aceite, como es el presente caso.

La extracción con disolventes presenta la ventaja de ser más eficiente, ya que se obtiene casi la totalidad del aceite. Los residuos de la extracción (pastas) quedan con contenidos que fluctúan entre 0.5 y 1% de aceite, mientras que con el uso de prensas dichos porcentajes varían de 3 a 5% (17, 43).

Aunque lógicamente el proceso más viable a usarse debería ser por disolventes, se consideró que el método de expresión, por razón de ser aplicable a bajas capacidades sería el escogido para efectuar el análisis técnico-económico.

No obstante a medida de comparación se llevó a cabo un análisis económico del proceso por disolventes con objeto de apreciar las conveniencias que presenta con respecto a la inversión, costo de producción y rentabilidad.

II. DISPONIBILIDAD DE LA  
MATERIA PRIMA (ORUJO)  
EN LA REPUBLICA -  
MEXICANA

Considerando la importancia que para este estudio tiene tanto la producción de uva como el consumo que de ella se hace en la industria vitivinícola, se procedió a efectuar en primer término, un análisis de ambos aspectos, con objeto de ver la conveniencia que, en función de la materia prima, tendría la instalación de una planta para la extracción del aceite de la semilla de dicho fruto.

#### A. PRODUCCION DE UVA

Los datos estadísticos (19, 31) y las fuentes de información privada consultadas (5) indican que existe un incremento notable en la producción de uva en la República Mexicana en los últimos cuatro años. Un análisis de la Figura 1 permite suponer que para el año 1965, puede alcanzar un total de 150, 000 toneladas.

Esta producción se encuentra repartida en cinco diferentes zonas de la República las cuales son: Norte, Golfo, Pacífico Norte, Pacífico Sur y Centro. De éstas las principales son la del Norte, y la del Centro, con Coahuila y Aguascalientes como principales productores dentro de ellas, respectivamente.

En las Figuras 2 y 3 se puede apreciar la tendencia ascendente de producción de las dos zonas antes mencionadas, indicándose que para el año 1965 será aproximadamente de 50, 000 toneladas en cada una de ellas.

En contraste, la figura No. 4 presenta para la zona del Pacífico Norte una producción cuyo incremento ha sido menos notable hasta la fecha.

Por lo que respecta a la importación de uva, las estadísticas (14, 40), indicaron que es ocasional y aproximadamente del orden de 60 toneladas anuales.

## B. CONSUMO DE UVA EN LA INDUSTRIA VITIVINICOLA

Las fuentes de información consultadas (5, 43) señalaron que la industria vitivinícola consume actualmente cerca del 80% de la producción total de uva. Se estima que para 1965 el consumo será de 120,000 toneladas, las cuales potencialmente equivaldrían a 24,000 toneladas de orujo en base a la relación orujo-uva estipulada en el capítulo precedente.

Sin embargo, debido a la distancia que existe entre las diferentes zonas vitivinícolas, el concentrar el orujo en un solo punto resulta ser impráctico, no sólo desde el punto de vista económico, de por sí evidente, sino desde el punto de vista de la calidad de la materia prima, ya que si ésta no se procesa en un tiempo relativamente corto, se altera en forma inconveniente la calidad del aceite que contiene la semilla (27).

En vista de lo anterior, se consideró que la zona que reviste mayores posibilidades para la instalación de la planta, es aquella en donde mayor cantidad de uva se procesa en las industrias productoras de vinos y licores. Dicha zona es la del Norte, en la cual el número de industrias vitivinícolas es mayor que en ninguna otra y den

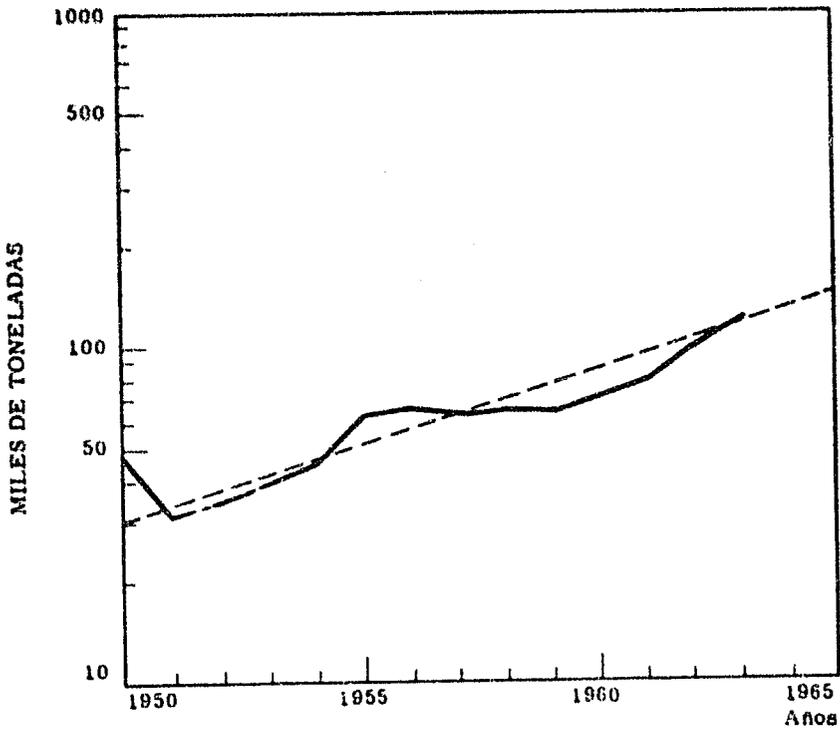


FIGURA 1. - PRODUCCION DE UVA EN LA REPUBLICA MEXICANA (5, 9, 31, 43) Y SU TENDENCIA.

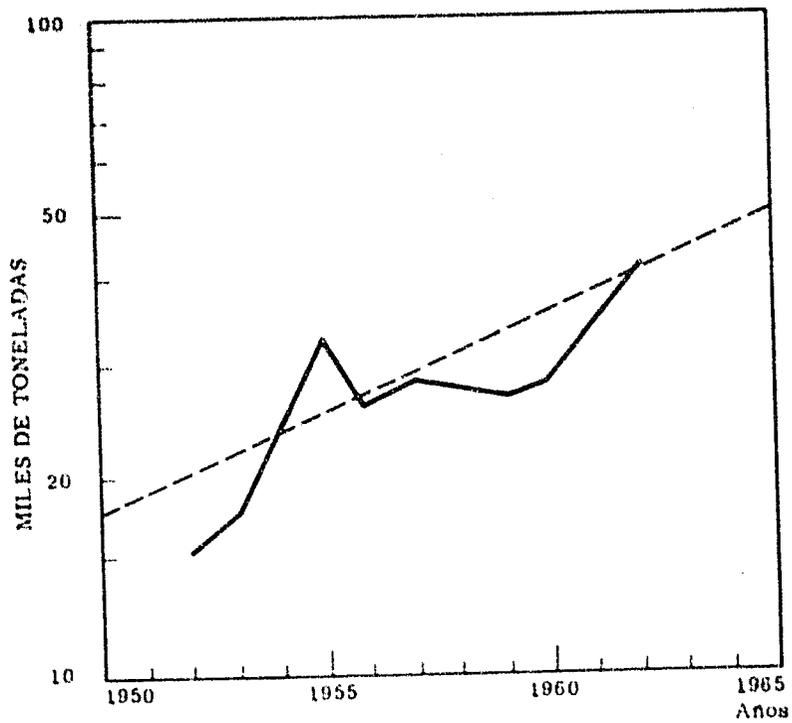


FIGURA 2. - PRODUCCION DE UVA EN LOS ESTADOS DE LA ZONA NORTE DE LA REPUBLICA MEXICANA (5, 9) Y SU TENDENCIA.

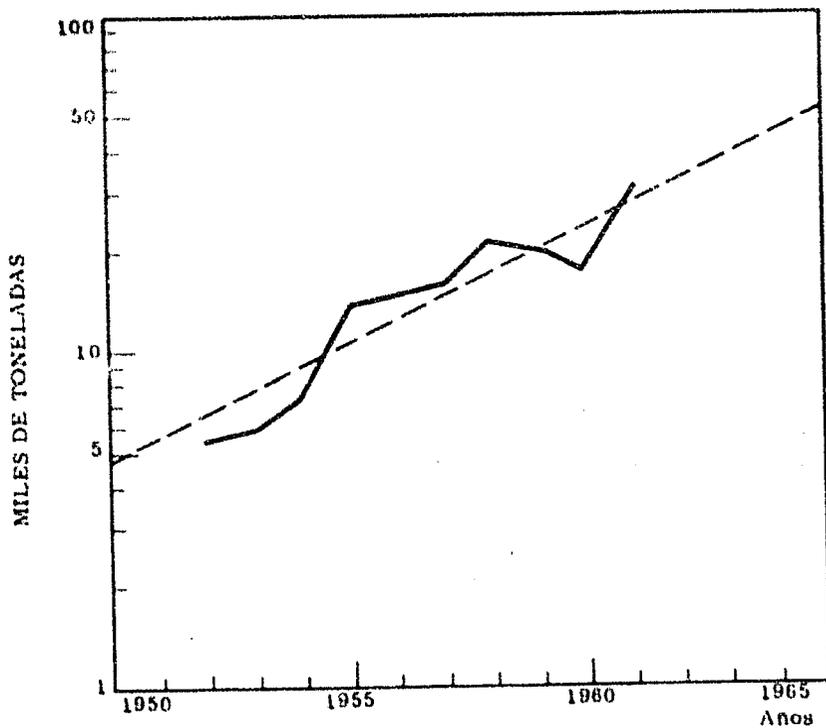


FIGURA 3. - PRODUCCION DE UVA EN LOS ESTADOS DE LA ZONA DEL CENTRO DE LA REPUBLICA MEXICANA (9) Y SU TENDENCIA.

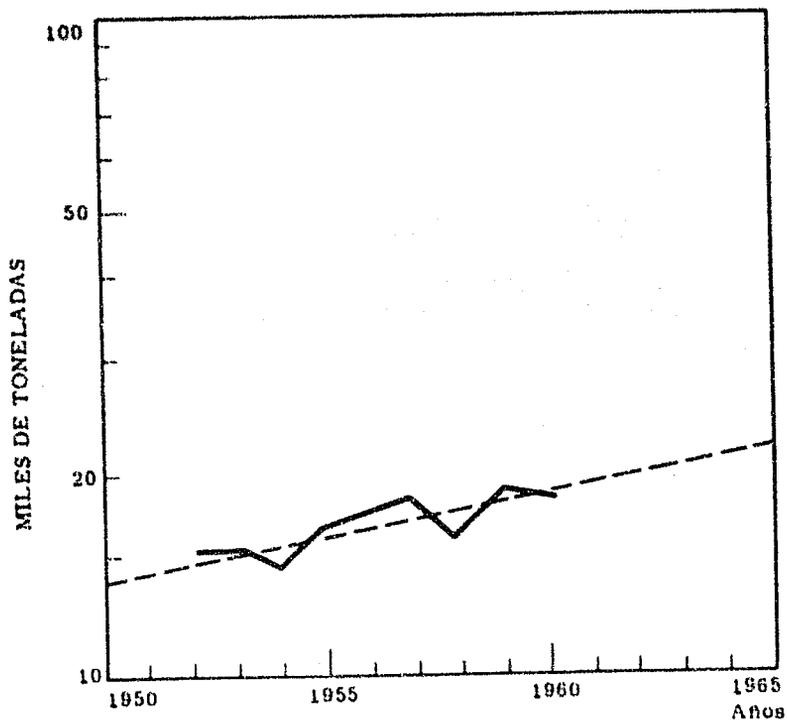


FIGURA 4. - PRODUCCION DE UVA EN LOS ESTADOS DE LA ZONA PACIFICO NORTE DE LA REPUBLICA MEXICANA (9) Y SU TENDENCIA.

tro de ella concretamente el Estado de Coahuila. Esta zona consume aproximadamente el 80% de su producción de uva, más un 20% de la producción de los Estados de la Zona del Centro (5).

Sobre las bases antes citadas, se estimó que la cantidad de orujo disponible en la zona del Norte para 1965, sería la siguiente:

<u>Zona</u>	<u>Producción de uva</u>	<u>% destinado a la Ind. vitivinícola del Norte</u>	<u>Uva destinada a la Ind. viti - vinícola</u>
Norte	50,000 Ton	80%	40,000 Ton
Centro	50,000 Ton	20%	10,000 Ton
		T o t a l:	50,000 Ton

Así se tiene que la cantidad total de orujo disponible sería aproximadamente de 10,000 toneladas, en un período de cien días correspondientes al tiempo de cosecha, que abarca los meses de agosto, septiembre y octubre.

III. VOLUMEN POTENCIAL  
DE PRODUCCION DE  
ACEITE DE SEMILLAS  
DE UVA

## A. MERCADO DE ACEITES

Básicamente, el interés industrial que presenta la obtención de aceite de semilla de uva, se debe, tanto al aprovechamiento del orujo, que actualmente constituye un desperdicio, como a la posibilidad que tendría dicho aceite de introducirse en el mercado nacional.

Con objeto de analizar este último aspecto, se llevó a cabo un estudio sobre la situación de los aceites de origen vegetal en México, desde el punto de vista de su producción y consumo.

Datos obtenidos de fuentes de información consultadas (26, 31), indican que la producción de aceites vegetales tuvo un incremento considerable en los últimos años. Sin embargo, como se observa en la Tabla 1, la producción nacional no bastaba para cubrir las necesidades del consumo interno, y en años anteriores fué necesario importar cantidades que oscilaron entre el 10 y el 15% del consumo aparente (31). Dicha importación ha disminuído paulatinamente, por lo que se consideró que para el año de 1963 el monto de las importaciones sería insignificante con relación a la producción.

**TABLA 1**

**PRODUCCION E IMPORTACION DE ACEITES  
VEGETALES EN LA REPUBLICA MEXICANA (31, 40)**

Base: En miles de toneladas anuales

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION
1958	247	21.5
1959	263	70.0
1960	249	0.5
1961	283	19.2
1962	319	12.4
1963	365	-

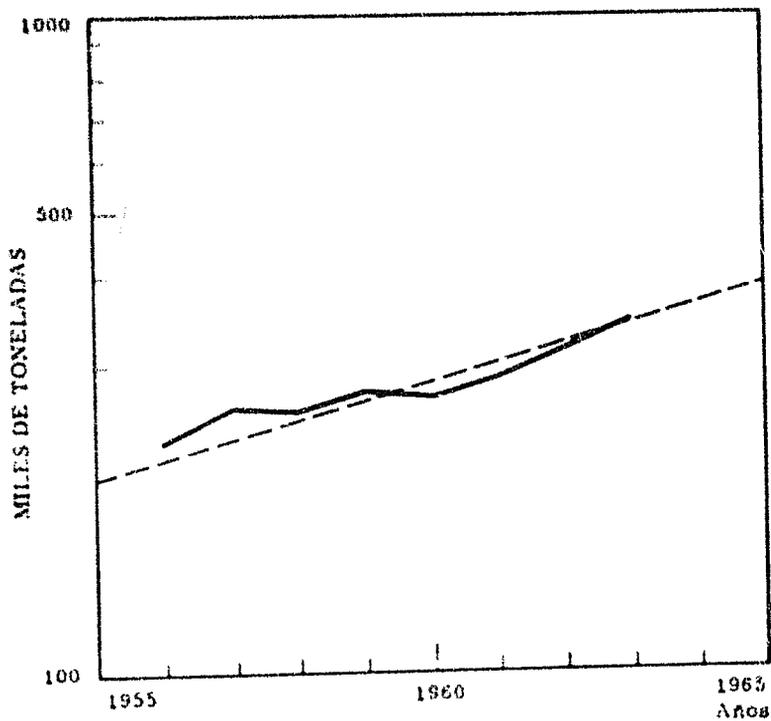


FIGURA 5.- PRODUCCION DE ACEITES VEGETALES EN LA REPUBLICA MEXICANA (31, 40) Y SU TENDENCIA.

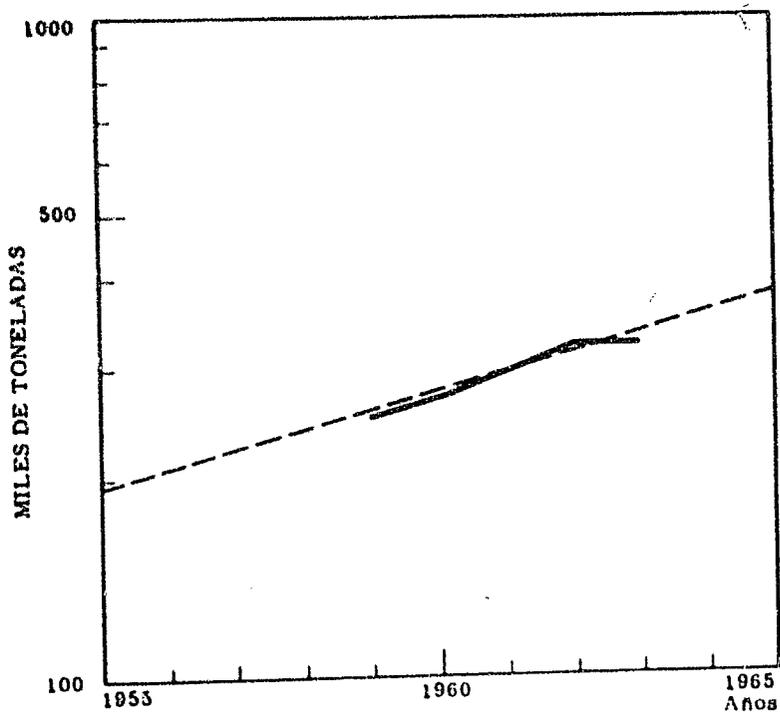


FIGURA 6. - CONSUMO DE ACEITES VEGETALES COMESTIBLES EN LA REPUBLICA MEXICANA (31), Y SU TENDENCIA.

Las Figuras 5 y 6 muestran la tendencia de la producción y del consumo de aceites vegetales comestibles respectivamente. En ellas puede apreciarse que para el año de 1965, la primera cubrirá enteramente la demanda, quedando inclusive un pequeño excedente.

Cabe señalar, por otra parte, que las fuentes consultadas (26), indican que en el año de 1963 hubo un excedente, tanto de aceites vegetales como de grasas de origen animal, destinados a uso industrial. Entre los primeros sobresalen los aceites de coco, coquito, y coyol, cuya producción ha aumentado considerablemente en los últimos años.

#### B. PRODUCCION DE ACEITE DE SEMILLA DE UVA

En el capítulo precedente se estimó que para el año de 1965 se podría disponer de 10,000 toneladas de orujo, éstas son equivalentes aproximadamente a 300 toneladas de aceite de semilla de uva, en base a un contenido de 15% de este último en la semilla.

Es notorio que esta producción es insignificante con relación a la total de aceites vegetales en el país, lo cual lo coloca en una situación potencialmente atractiva, ya que por sus características organolépticas y de composición, estaría dirigido, al igual que otros aceites, como el de maíz, de oliva y cártamo, a un grupo selecto de consumidores.

Esto queda ilustrado por la situación actual del aceite de cártamo cuya producción ha aumentado en los últimos años; pero sin satisfacer la demanda por este tipo de aceites (26).

#### IV. PROCESO SELECCIONADO

## A. FASES DEL PROCESO

La figura 7 muestra el diagrama de flujo de los diferentes pasos que se siguen en el proceso de extracción seleccionado.

### 1. - Almacenamiento de materia prima

El orujo húmedo con aproximadamente 50% de humedad (28, 36) proveniente de las destilerías y plantas vitivinícolas, se almacena en un patio cubierto, con objeto de evitar posibles aumentos de humedad debido a lluvias. La cantidad de orujo entregado a la planta se registrará por medio de una báscula de piso.

### 2. - Separación de la semilla

En esta operación la semilla es separada del orujo húmedo. Existen equipos comerciales que pueden efectuar esta operación combinando una criba de gran superficie con una corriente de aire proveniente de un ventilador. Dicha corriente se hace pasar de abajo hacia arriba. La literatura indica que casi se obtiene 100% de rendimiento en la separación (20, 27). La semilla separada tiene aproximadamente 30% de humedad.

En pruebas experimentales, utilizando una criba vi

bratoria, marca Denver Dillon de  $0.27 \text{ m}^2$  de superficie, sin corriente de aire se alcanzaron eficiencias de separación hasta de 95%. Se estima que con ayuda de la corriente de aire la separación de la semilla no debe presentar problemas especiales en escala industrial.

### 3. - Secado

Para mayor eficiencia en la extracción, es preferible reducir la humedad de la semilla de 30% a 8% (27, 28). Esta operación se efectúa usualmente en secadores rotatorios directos con gases de combustión, debiéndose llevar a cabo en el menor tiempo posible, para evitar alteraciones en el aceite por un calentamiento prolongado. Debe procurarse además que la semilla no alcance una temperatura mayor de  $70^{\circ}\text{C}$  a la salida del secador (17, 20, 27, 28, 37).

### 4. - Laminación

Con objeto de preparar el material en una forma que facilite un cocimiento uniforme y romper las celdillas de aceite, y obtener un mayor rendimiento de aceite en el prensado, es preferible efectuar una molienda de la semilla para romper la capa exterior, y facilitar la subsecuente extracción, ya que de otra forma, se dificultaría, y sería mayor la acción abrasiva en el gusano de la prensa. Esta operación se lleva a cabo usualmente en un molino de rodillos o laminador, quedando la semilla reducida a hojuelas de de aproximadamente  $0.25 \text{ mm}$  (11, 27).

### 5. - Cocimiento

El cocimiento de la semilla es una operación que

tiene gran importancia en el proceso de obtención del aceite. Sus propósitos son los siguientes:

- a. Romper o finalizar la ruptura de las celdas que contienen el aceite, facilitando su extracción.
- b. Reducir la viscosidad del aceite al aumentar la temperatura en la harina.
- c. Destruir mohos, bacterias y enzimas que pueden producir alteraciones desfavorables en el aceite como sería el caso de aumentar el contenido de ácidos grasos libres, así como dañar la pasta.
- d. Facilitar la separación del aceite de las materias proteínicas al coagular, fijar o precipitar las fracciones de proteínas fluidas de la semilla con objeto de que no sean extraídas junto con el aceite y aumenten como consecuencia los costos de refinación.
- e. Coagular o precipitar los fosfátidos (10, 11).

El calor necesario para el cocimiento puede suministrarse indistintamente con vapor directamente sobre las semillas o por calentamiento indirecto en cocedores a fuego directo (11, 17, 27). Estos últimos usualmente de menor capacidad que los primeros y debido a su simplicidad, son usados frecuentemente en Europa en el beneficio de las semillas oleaginosas. Esta operación se lleva a cabo a 70°C, con agitación constante durante aproximadamente 20 minutos.

## 6.- Prensado

La extracción del aceite contenido en la harina se efectúa con la mayor continuidad posible. Las prensas utilizadas en esta operación pueden ser hidráulicas o de tornillo. Las primeras operan intermitentemente y dan pastas con un contenido de aceite residual de 10% (27). Aún cuando en algunas fábricas de aceite son empleadas principalmente en Europa, dicho tipo de prensas tienden a ser desplazadas por las de tornillo.

### a. Prensas de tornillo continuas

Existen unidades comerciales que trabajan en las condiciones anteriormente señaladas, rindiendo pastas con un contenido residual de aceite que fluctúa de 2,5 a 3%. En estos equipos, el prensado de la harina se efectúa en dos pasos; en el primero se alimenta a un barril vertical donde se extrae el 50% del aceite; pasando a continuación en un flujo continuo a un barril horizontal, donde tiene lugar el segundo paso y se termina la extracción. La pasta que se descarga tiene forma de hojuelas que se pueden moler para obtener harina (10, 11).

## 7.- Filtración

De la prensa, se pasa por un tanque de lodos, donde el grueso de las impurezas que contiene son eliminadas por cribado. A continuación se bombea a un filtro prensa de placas y marcos que se consideró en virtud de su bajo costo de adquisición y mantenimiento, además de operar con buenos rendimientos de clarificación,

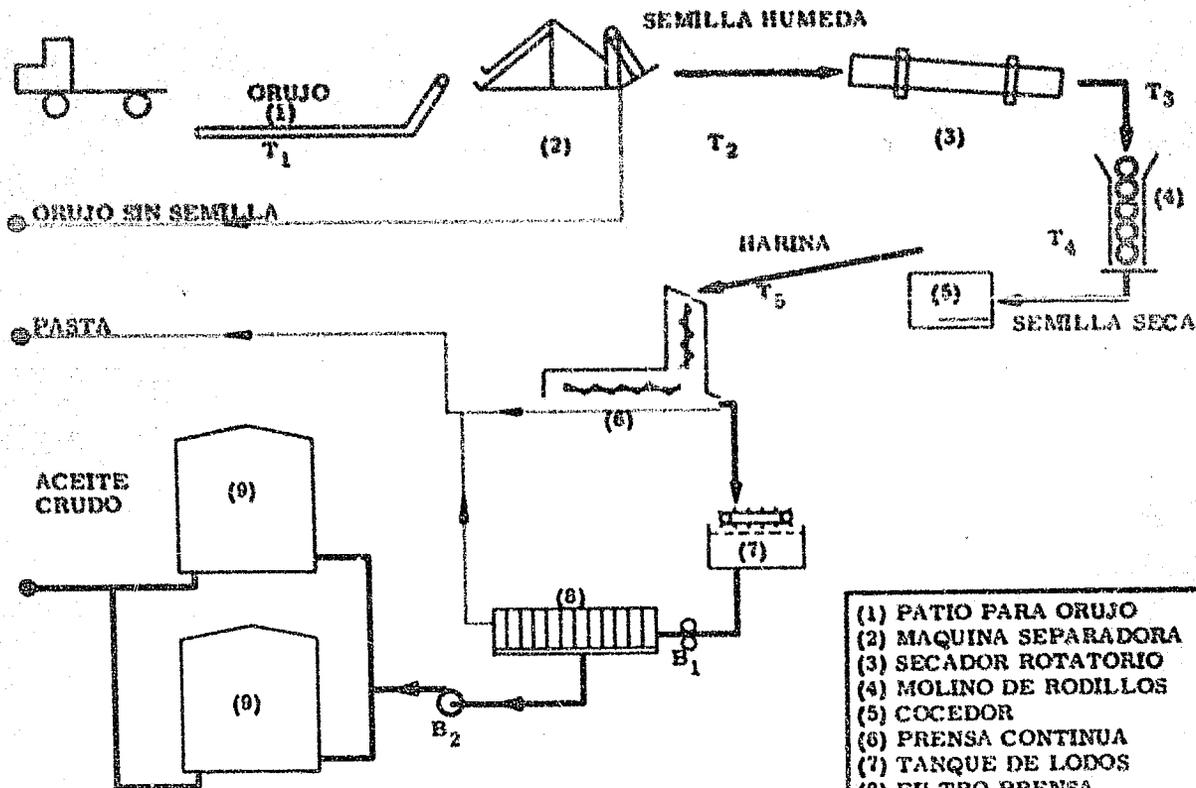


$$\frac{1,000 \text{ ton}}{0.5 \text{ ton/m}^3 \times 0.6 \text{ sup. aprov.} \times 2 \text{ m}} = 1,666 \text{ m}^2$$

Siendo ésta el área necesaria para el almacenamiento del orujo.

## 2. - Máquina separadora

Se investigaron las características y costos de las máquinas fabricadas comercialmente para esa operación, que son las de marca Celestin Coq & Co., (47) y Borsari (48), (Apéndice A) de manufactura francesa e italiana respectivamente. Se seleccionó la última con base en que siendo igual la eficiencia y capacidad de ambas, la Borsari fue cotizada en un menor precio.



- (1) PATIO PARA ORUJO
- (2) MAQUINA SEPARADORA
- (3) SECADOR ROTATORIO
- (4) MOLINO DE RODILLOS
- (5) COCEDOR
- (6) PRENSA CONTINUA
- (7) TANQUE DE LODOS
- (8) FILTRO PRENSA
- (9) TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

U. I. A.	L. M. I. T.		
ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS	MEXICO, D.F.	ALBERTO I. SANCHEZ PALAZUELOS	FIGURA No. 7
		TESIS PROFESIONAL	1984

**TABLA II**  
**BALANCE DE MATERIALES**  
 Base: 100 Tons/24 hrs. de orujo húmedo

Separadora	4.16 Ton/hr de orujo	1.04 Ton/hr de semilla. (Suponiendo 100% de eficiencia en la separación)
Secador	1.04 Ton/hr de semilla con 30% de humedad	790 Kg/hr de semilla con 8% de humedad
Molino de rodillos	790 Kr/hr de semilla entera	790 Kg/hr de semilla quebrada
Cocedor y prensa	790 Kg/hr de semilla quebrada	104.3 Kg/hr de aceite con 5% de sólidos y 685.69 de pasta con 3% de aceite
Filtro	417.2 Kg/ciclo de aceite con 5% de sólidos (suponiendo ciclos de 4 horas, con 30 min. de limpieza y 3.5 horas de filtración)	396.4 Kg/ciclo de aceite y 20.8 Kg/ciclo de residuos que se recirculan a la prensa

Esta máquina está construida enteramente de metal y montada sobre ruedas y su capacidad es de 4 toneladas de orujo por hora. El motor requerido es de una potencia de 6 H. P.

### 3. - Secador

Las especificaciones del secador rotatorio, en virtud de las condiciones de capacidad, humedades y temperatura máxima del material ya seco, se obtuvieron por cálculo, el cual se presenta en el Apéndice B.

#### Especificaciones del equipo

a) Diámetro	0.97 m	(3.2 pies)
b) Longitud del cilindro de secado	9.15 m	(30.0 pies)
c) Humedad del material alimentado	30%	
d) Humedad del producto	8%	
e) Capacidad de evaporación Kg de agua por hora	250 Kg/hr	(548 lb/hr)
f) Capacidad en Kg de producto por hora	800 Kg/hr	(1,740 lb/hr)
g) Rotación (r. p. m.)	6	
h) Número de aletas	9	
i) Altura de aletas	10.0 cm	(4 pulg)

j) Tipo de combustible	gas natural "Pemex"
k) Poder calorífico del combustible	8500 Kcal/m <sup>3</sup> -(1000 BTU/pie <sup>3</sup> )
l) Consumo de combustible	25.4 m <sup>3</sup> /hr = 908.00 pie <sup>3</sup> /hr
m) Calor necesario	1,440 BTU/lb de agua evaporada
n) Eficiencia térmica Total	72%
o) Potencia total	8 HP
p) Pendiente del cilindro	2%

#### 4. - Molino de rodillos

Para este equipo se usará una unidad con capacidad de 800 Kg/hr de semilla alimentada.

Consiste en 3 rodillos colocados verticalmente, por donde la semilla va pasando para ser laminada hasta un espesor aproximado de 0.2 a 0.25 mm (11, 43).

#### 5. - Cocedor

Para operación continua los fabricantes de estos equipos (45) recomendaron el uso de 3 unidades con capacidad de 265 Kg/hr cada una.

Consisten en un recipiente cilíndrico en posición ver

tical girando en tal forma que facilita el contacto de la semilla con el fondo del cilindro. Dicho fondo es calentado a fuego directo.

## 6. - Prensa

Se seleccionó una prensa de tipo continuo con una capacidad de 800 Kg/hr, o sea 20 Ton/24 hr de harina de semilla cocida y que puede operar a presiones entre 640 y 2000 Kg/cm<sup>2</sup>.

Sus elementos principales son: la flecha principal en forma de gusano, los barriles de drenaje, los mecanismos de regulación y enfriamiento, y además dos motores de 40 H.P. cada uno, los cuales accionan las flechas vertical y horizontal.

Las flechas están colocadas dentro de los barriles de drenaje, los cuales se encuentran, uno vertical (donde la harina recibe la primera extracción) y otro horizontal. El diámetro de las flechas es de 11.3 cm a la entrada.

El mecanismo de regulación se opera manual y automáticamente. El primero permite fijar la presión de trabajo, en tanto que el segundo mantiene constante dicha presión.

Los barriles de drenaje están hechos de marcos de 85 cm de largo el horizontal y 65 cm el vertical donde se colocan tres series de barras rectangulares de 28 cm de largo, separadas entre sí por grapas especionadoras.

La separación entre las barras, sirve no solamente para el drenaje del aceite, sino también para evitar

el paso de sólidos, variando el espacio entre ellas, de 0.18 a 0.75 mm., el cual se selecciona de acuerdo con el material que se está procesando. La separación entre las barras se ajusta mediante espaciadores, es usual que varíe de una a otra sección de la prensa.

El enfriamiento en las prensas tiene por objeto disipar la energía térmica que se libera por la fricción, y que alteraría la calidad del aceite. Se efectúa circulando agua en el interior de la flecha.

#### 7. - Filtro prensa

Al filtro prensa llega el aceite con un 5% de sólidos en suspensión, los cuales se deben eliminar antes de efectuar la refinación (18).

##### a). Cálculo del área filtrante

Suponiendo ciclos de 4 horas, donde se tiene 3.5 horas de filtración y 0.5 horas de limpieza del filtro y con base en el balance de material expuesto en la tabla II, se deduce que se filtrarán 420 Kg/ciclo, o sea 120 Kg/hr.

La literatura (8) dá como dato para este tipo de aceite, un flujo de filtración de 365 Kg/hr m<sup>2</sup>. Por lo tanto se necesita un área total filtrante mínima de 0.33 m<sup>2</sup>.

##### b). Especificaciones del filtro

Provisto de cuatro placas mas las dos cabezas de un filtro de 30 x 30 cm. con alimentación en la esquina, que dan un área filtrante total de 0.900 m<sup>2</sup>, o sea cerca del 200% más que la mínima necesaria para el flujo de aceite estimado.

El medio filtrante será de tela de algodón, seleccionado por su economía y funcionalidad. Los marcos serán 4, con dimensiones adaptadas al tamaño de los platos, y de 7.6 cm de espesor (8, 39).

Como el aceite lleva 5% de sólidos, se necesita, con base en el balance de materiales, una capacidad de retención en el filtro de  $0,0223 \text{ m}^3/\text{ciclo}$ . La capacidad de retención en cada marco es de  $0,006 \text{ m}^3$ , como para cuatro placas corresponden cinco marcos, la capacidad total será de  $0,03 \text{ m}^3$ , o sea que tiene un margen del 25% en la capacidad de sólidos.

#### 8.- Tanques de almacenamiento

Con objeto de poder almacenar la producción de aceite de 20 días, y con base en el balance de materiales, serán necesarios 2 tanques de 30,000 litros cada uno. El diámetro estimado es de 2.75 m y la altura de 5 m.

#### 9.- Bombas

Como puede observarse en el diagrama de flujo, figura 7, se necesitan 2 bombas. Para su cálculo, se han tenido en cuenta conexiones, válvulas y dimensiones de la tubería, así como el flujo de aceite.

##### Bomba B<sub>1</sub> (De tanque de lodos a filtro - prensa)

El cálculo de esta bomba está basado en los siguientes puntos:

- a) tipo : rotatoria
- material : fierro

longitud de la tubería : 30 pies (9 m)  
 altura hidrostática : 10 pies (3 m)  
 diámetro de la tubería : 3 4 pulg. (19 mm) DN,  
 de fierro, Cad. 40

b) Características del fluido:

Viscosidad : 50 cp =  $335 \times 10^{-4} \frac{\text{lb}}{\text{ft} \cdot \text{seg}}$

(donde ft significa pies, y lb libras masa).

Densidad : 57 lb/ft<sup>3</sup>

Temperatura : 140°F

Velocidad : 3 ft/seg

c) Conexiones y válvulas:

3 codos 90°

Una válvula de retención

Una válvula de globo

d) Del inciso c), se determina la longitud equivalente de cada conexión (\*) obteniéndose:

Tres codos 90° equivalen a	7 pies
Una válvula de retención equivale a	6 "
Una válvula de globo equivale a	25 "
	<hr/>
	38 pies

e) Para determinar la potencia de la bomba se parte de la ecuación de Bernoulli:

$$W = h \frac{\rho}{gc} + h_{w_f} + \frac{\Delta P}{\rho g} \quad 4.1$$

donde:

W = trabajo de la bomba en  $\frac{\text{ft} - \text{lb}_f}{\text{lb}}$

h = diferencia de altura en pies

g = aceleración debida a la gravedad  $\text{ft}/\text{seg}^2$

gc = factor de conversión  $(\text{ft} - \text{lb}/\text{lb}_f - \text{seg}^2)$

lw<sub>f</sub> = pérdidas por fricción  $\text{ft} - \text{lb}_f/\text{lb}$

△P = diferencia de presión en el filtro, considerada 100 psig en este caso (23)

Las pérdidas por fricción están representadas por:

$$lw_f = \frac{f v^2 L}{2 gc D} = F (\text{Re}) \quad \underline{4.2}$$

donde:

f = factor de fricción;

v = velocidad  $\text{ft}/\text{seg}$ ;

D = diámetro de la tubería en pies;

Re = número de Reynolds, que es igual a  $Dv\rho/\mu$   
donde:  $\rho$  y  $\mu$  son densidad ( $\text{lb}/\text{ft}^3$ ) y viscosidad ( $\text{lb}/\text{ft} - \text{seg}$ ) respectivamente.

El factor de fricción es una función del número de Reynolds y de la rugosidad relativa  $\epsilon/D$  de la tubería.

Sustituyendo valores en la ecuación del número de Reynolds se tiene:

$$\text{Re} = \frac{8.824 \times 3 \times 57}{12 \times 335 \times 10^{-4}} = 351$$

Este Re corresponde a un flujo laminar, para el cual la literatura (4) reporta que:

$$f = \frac{64}{Re}$$

4.3

así, sustituyendo el valor de Re en 4.3 se tiene que el valor de f es igual a 0.182.

Sustituyendo valores en la ecuación: 4.2 se calculan las pérdidas por fricción:

$$lw_f = \frac{0.182 \times 3^2 \times 68 \times 12}{2 \times 32.17 \times 0.824} = 25 \text{ ft} \cdot \text{lb}/\text{lb}$$

Sustituyendo los valores correspondientes en la ecuación 4.1 se tiene:

$$W_1 = \frac{32 \times 10}{32.17} + 25 + \frac{14,400}{57} \times \frac{32}{32.17}$$

$$W_1 = 286 \text{ ft} \cdot \text{lb}/\text{lb}$$

Con los datos de velocidad y densidad del fluido se calcula el trabajo requerido en unidades de potencia.

$$P = 210 \frac{\text{ft} \cdot \text{lb}}{\text{seg}} = 0.385 \text{ HP}$$

Considerando una eficiencia de la bomba de 60%:

$$P = 0.641 \text{ HP}$$

Tomando en cuenta la eficiencia de la transmisión y un margen de seguridad de 30%, se requerirá un motor de 1 HP.

Bomba B<sub>2</sub> (Del filtro - prensa al tanque de almacenamiento)

Las características y datos para calcular esta bomba

ba son iguales a los establecidos en la bomba B<sub>1</sub> a excepción de que la altura hidrostática se va a considerar de 30 pies (9 m), y no habrá presión que vencer por filtro.

Así se tiene que sustituyendo en la ecuación 4.1

$$W_2 = \frac{32}{32.17} \times 30 \phi 25$$

$$W_2 = \frac{55 \text{ ft} - \text{lb}}{\text{lb}}$$

Considerando 60% de eficiencia y expresando en unidades de potencia se tiene que:

$$P = 0.10 \text{ HP.}$$

Tomando en cuenta la eficiencia de la transmisión y un margen de seguridad de 50% se requerirá un motor de 0.25 HP.

#### 10. - Transportadores

Con base en el diagrama de flujo, figura 7, y de acuerdo con las características de los materiales en el proceso, se estimaron tanto el tipo como la longitud que tendrían los transportadores para el manejo de dichos materiales (19, 41).

##### a. - Transportador T<sub>1</sub>

Tipo	Banda
Longitud estimada	50 m (160 pies)
Capacidad requerida	4.4 Ton/hr
Peso estimado del material	0.32 gr/cm <sup>3</sup> (20 lb/pie <sup>3</sup> )

Ancho de la banda	355 mm (14 pulg)
Velocidad estimada	30.4 m/min (100 ft/min)
Máxima velocidad permitida	76 m/min (250 ft/min)
Espaciamiento de los rodillos	1.52 m (5 ft)
Espaciamiento de los rodillos de retorno	3.04 m (10 ft)
Potencia requerida	0.5 HP

b.- Transportadores T<sub>2</sub> á T<sub>5</sub>

Se seleccionaron transportadores de gusano, que es un tipo ampliamente usado en el manejo de las semillas oleaginosas enteras y en algunos casos en el transporte de la semilla ya en hojuelas hacia la prensa.

### TABLA III

#### TRANSPORTADORES DE GUSANO

(Identificados según diagrama de la figura 7)

Transportador	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
Longitud estimada, m. (pies)	3 (10)	4.6 (15)	3 (10)	1.5 (6)
Capacidad requerida, ton/hr	1.1	0.9	0.9	0.9
Peso estimado del material, g/cm <sup>3</sup> (lb/plc <sup>3</sup> )	0.8 (50)	0.4 (25)	0.72 (45)	0.72 (45)
Velocidad estimada, rpm	75	50	20	20
Máxima velocidad recomendada, rpm	90	90	125	125
Díámetro, mm (pulg)	102 (4)	152 (6)	152 (6)	152 (6)
Potencia requerida, HP	1	1	1	1

## V. ESTIMACION DE COSTOS

Esta parte tiene como fin determinar las posibilidades de llevar a la práctica lo establecido en el análisis técnico.

#### A. - BASES CONSIDERADAS

1. La planta trabaja 100 días al año, 6 días por semana, tres turnos por día, y con una capacidad de 3 toneladas de aceite de semilla de uva, por día.
2. Se consideró un precio para el aceite crudo de \$ 4,000.00 /tonelada, basado en datos obtenidos en la Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Grasas Comestibles, A. C., (26). Cabe señalar que este precio se considera bajo en comparación con el que normalmente han tenido los aceites crudos en años anteriores, que fluctúa entre \$ 4,500.00 y \$ 5,000.00 /tonelada.
3. Como un aspecto importante en la evaluación económica se consideró el ingreso por concepto de venta de la pasta residual de la extracción. Su composición se determinó a partir de un lote de semillas de uva usando los métodos oficiales A. O. C. S. (46), obteniéndose los

**siguientes resultados:**

Humedad	8.0%
Grasa	3.0%
Cenizas	3.3%
Proteínas (N x 6.25)	9.5%
Fibra cruda	36.7%
Carbohidratos	39.5%

Debido a su alto contenido de fibra cruda, la -  
pasta residual se puede vender únicamente co-  
mo forraje y a un precio que, tentativamente -  
se estableció de \$ 300.00 / tonelada, tomando  
como base el actual para este tipo de materia-  
les.

4. El costo del equipo se obtuvo por medio de -  
fuente de literatura especializadas (1, 6, 42),  
y directamente de los fabricantes de equipo  
(43, 44, 47, 48).

Dicho costo se actualizó a 1965, tiempo en que  
se calcula que se pueda llevar a cabo la insta-  
lación de la planta, por medio del factor que -  
proviene de la relación de índices de costo de  
equipo, los cuales en este caso fueron de Mar-  
shall y Stevens.

5. Todos los costos y precios se dan en moneda  
nacional.

**B.- INVERSION REQUERIDA**

La inversión total considerada fue la necesaria pa-  
ra efectuar la instalación, arranque y operación normal

de la planta.

### 1. - Capital Fijo

Comprende a su vez el costo físico de la planta, el costo directo, y los imprevistos.

Para obtener el costo físico se tomaron los siguientes factores:

#### a). Costo del equipo (puesto en el sitio de la fábrica por erigirse)

Máquina separadora	\$ 27,000.00
Secador	135,000.00
Cocedor, molino, laminador, prensa de tornillo y tanque de lodos	1,100,000.00
Filtro prensa y equipo auxiliar	7,150.00
Tanques de almacenamiento de aceite	\$1,750.00
Bombas	4,100.00
Transportadores	90,000.00
Báscula de piso	55,000.00
Costo total del equipo . . . . .	<u>\$1,480,000.00</u>

b). Para calcular el costo del equipo instalado, se tomó el factor de 1.15 sobre el costo neto del equipo (6, 38), lo que dió un total de \$ 1,640,000.00

c). La determinación de los otros elementos del costo físico de la planta se hizo con base en datos aportados por varios especialistas en costos de la industria química (1, 6, 15, 34, 38, 42), y se tomaron en la siguiente forma.

Por concepto de tubería se tomó el 2% del equipo instalado, ya que en el proceso se requiere poco manejo de líquidos. Asimismo, de este último se tomó un 2% por concepto de instrumentación.

En lo que se refiere a edificios y terreno se tomó, respectivamente, el 13 y 16.5% del equipo sin instalar, y por servicios, se estimó una inversión de \$ 1,000.00/Kw necesario por concepto de electricidad.

- d). Por concepto de Ingeniería y gastos de Construcción se estimó un 15% del costo físico de la planta, y por lo que se refiere a imprevistos un 12% del costo directo de la planta.

## 2. - Determinación del capital de trabajo

El capital de trabajo es definido como aquellos fondos que son necesarios durante el funcionamiento normal de la planta; incluye los inventarios de materia prima y de producto, créditos extendidos a los deudores y un fondo de caja suficiente para proveer ciertos imprevistos.

### a). Inventario de materia prima

Se consideró que se podría llegar a tener un inventario de materia prima equivalente a 10 días de producción, con base a la estimación hecha en el Capítulo II, lo que es igual 1,000 toneladas de orujo. A este último, actualmente sin valor, se le asignó un precio de \$ 55.00/tonelada, que incluye gastos de manejo y transporte, obteniéndose así un total de \$ 55,000.00 por este concepto. El precio indicado se basó en datos obtenidos por medio de comunicaciones con personas relacionadas con la in-

industria vitivinícola (5).

b). Inventario de producto

Por concepto de inventario del producto se tomaron veinte días de producción, que es la capacidad de almacenaje de aceite de la planta. El volumen equivalente al costo de manufactura, da un total de \$ 215,000.00.

c). Créditos extendidos

En este renglón se agrupan las cuentas por cobrar que tiene la empresa por concepto de ventas. En forma estimativa se tomó lo equivalente a un mes y medio de producción, al precio de venta. Esto da un total de \$ 540,000.00.

d). Fondos de Caja

Los fondos de caja son aquellos con que la compañía debe contar para pago de salarios e imprevistos. En forma tentativa se estimó como lo equivalente a 10 días de producción, o sea \$ 108,000.00.

3. - Capital Total de Inversión

La tabla IV muestra los componentes y el valor final del capital total de inversión.

TABLA IV

DISTRIBUCION DEL CAPITAL TOTAL DE INVERSION

(Base: Capacidad de 3 toneladas de aceite de  
semilla de uva/día)

---

Costo del equipo instalado	\$ 1,640,000.00
Tubería	33,000.00
Instrumentación	33,000.00
Edificios	185,000.00
Terreno	245,000.00
Servicios de la planta	<u>95,000.00</u>
Costo Físico de la planta	\$ 2,231,000.00
Ingeniería y Gastos de Construcción	<u>335,000.00</u>
Costo directo de la planta	2,566,000.00
Imprevistos	<u>308,000.00</u>
<u>Capital Fijo</u>	<u>\$ 2,874,000.00</u>

---

Inventario de materia prima	\$ 55,000.00	
Inventario de producto	215,000.00	
Créditos extendidos	540,000.00	
Fondos de caja	<u>108,000.00</u>	
<u>Capital de Trabajo</u>		\$ 918,000.00
<u>Capital total de Inversión</u>		\$ 3,792,000.00

## C. - COSTO DE PRODUCCION

### 1. - Costos directos

Se consideraron aquéllos que son específicos de la manufactura del producto. En el presente caso se incluyeron los siguientes renglones.

#### a. - Materia prima

El costo por concepto de materia prima se estimó de la siguiente manera: con base en el balance de materiales, Tabla II, se necesitan 33.28 toneladas de orujo/tonelada de aceite, a razón de \$ 55.00 la ton. de orujo, se alcanza un total de \$ 1,830.00/ton de aceite.

#### b. - Mano de Obra

Considerando que la planta necesita 5 obreros por turno a razón de \$ 30.00 por día cada uno, el costo por

este renglón es de \$ 150.00/tonelada de producto.

c. - Supervisión

Por este concepto se entiende el costo que se carga al producto, con motivo del pago que se hace a técnicos encargados de que la operación se lleve a cabo adecuadamente. Se consideró que se tiene un ingeniero químico con un sueldo de \$ 5,000.00 mensuales y dos jefes de turno a razón de \$ 2,000.00 cada uno, lo que da un total de \$ 100.00/tonelada de aceite.

d. - Mantenimiento

En este renglón se incluye el costo de reparación del equipo, y material empleado para su conservación. Se estimó como un 2% anual de la inversión de capital fijo. Se incluyó, además, pequeños servicios necesarios en la planta (lubricantes, empaques y accesorios) que se fijó como el 15% de los costos anuales de mantenimiento. Con base en esos datos, por este concepto se tiene un total de \$ 220.00/tonelada de producto.

e. - Regalías y patentes

Se va a considerar como el 1% sobre el precio de venta del producto, lo cual da \$ 40.00/tonelada de aceite. Esto es suponiendo que se podría emplear más adelante alguna patente, relacionada con el descascarillado de la semilla.

f. - Servicios

Agua: La literatura (42) reporta que el consumo de agua en un proceso de extracción de aceite, a partir

de semillas oleaginosas es de aproximadamente  $21 \text{ m}^3$ /ton de producto. Considerando un precio de \$ 0,90/ $\text{m}^3$  de agua, se tiene por este concepto un total de \$ 18,00/tonelada de producto.

Electricidad: Con base en la potencia requerida - por cada uno de los equipos que intervienen en el proceso, se obtiene un consumo de energía eléctrica de 750 - Kw-hr/tonelada de aceite, ya que se tendría una subestación, el costo estimado es de \$ 0,20/Kw-hr, resultando un total de \$ 150,00/tonelada de producto.

Combustible: Con base en el cálculo del combustible necesario para el secador, (Apéndice B), y para el cocedor se obtuvo que el cargo por este concepto es de - \$ 38,00/tonelada de aceite.

Por lo tanto el costo total por concepto de servicios es de \$ 206,00/tonelada de producto.

## 2.- Costos Indirectos

Estos costos se consideran como un resultado de la operación de producción en sí, más no como dependientes directamente de ella.

### a.- Prestaciones

Incluyó pensiones, seguro social y vacaciones del personal.

Se puede estimar como un 15% del costo de mano - de obra, dando así un monto de \$ 23,00/tonelada de aceite.

b. - Control de Calidad

En este caso particular, no se cargará ningún costo al producto por este concepto, en virtud de que los técnicos encargados de la supervisión lo podrán hacer.

3. - Costos fijos de producción

Se agruparon en este renglón aquellos cargos hechos al producto, los cuales permanecen constantes con el tiempo y con el volumen de producción. Encierra los siguientes puntos:

a. - Depreciación

Puede considerarse como un cargo hecho al producto por el uso que hace del equipo. Generalmente se considera como un 10% anual del capital fijo, alcanzando para nuestro caso un total de \$ 960.00/tonelada de aceite.

b. - Seguros e impuestos

Se tomó el 1% anual del costo fijo por concepto del pago de seguros e impuestos prediales dando así un costo de \$ 96.00/tonelada de producto.

TABLA V

DISTRIBUCION DEL COSTO DE MANUFACTURA:

(Base: 1 tonelada de aceite de semilla de uva)

---

Costo directo de producción

Materia prima	\$ 1,830.00
Mano de obra	150.00
Supervisión	100.00
Mantenimiento	220.00
Servicios	206.00
Regalías y Patentes	40.00

Total

\$ 2,546.00

Costo indirecto de producción

Prestaciones	23.00
Control de Calidad	<u>sin costo</u>

23.00

Costos fijos de producción

Depreciación	960.00
Seguros e impuestos prediales	<u>96.00</u>

1,056.00

Costo de Manufactura

\$ 3,625.00

---

## D. - GASTOS GENERALES

En este renglón se agrupan aquellos gastos efectuados por la empresa, y que no se incluyen dentro de los costos de manufactura. Agrupan los siguientes puntos.

### 1. - Gastos de Administración

Dentro de este concepto se incluyen los pagos hechos por la compañía, por concepto de salarios para los directivos, honorarios legales y gastos de contabilidad. En este caso se estimó que la planta podría tener un administrador general con un sueldo de \$ 5,000.00 mensuales, un contador con \$ 5,000.00 y una secretaria con \$ 1,500.00 lo cual da un total de \$ 150.00/tonelada de aceite.

### 2. - Gastos de distribución y ventas

Los gastos de distribución y ventas varían considerablemente dependiendo del producto en particular. Para esta estimación se consideró que siendo un producto cuya venta no es directa al consumidor, los costos por este concepto no serán altos. Con ese motivo se estimó una persona encargada de las ventas con un sueldo mensual de \$ 4,000.00. Por lo tanto se tiene por este renglón un gasto por tonelada de aceite de \$ 50.00.

Dentro del renglón de gastos generales, se incluye también el pago de intereses por concepto del uso del capital, sin embargo en el presente caso se asume que están incluidos dentro de los utilidades. Así se tiene que por concepto de gastos generales, se alcanza una suma de \$ 210.00/tonelada de producto.

## E.- COSTO TOTAL DEL PRODUCTO

La suma del costo de manufactura y los gastos generales da el costo total del producto, que asciende a la cantidad de \$ 3,835.00/tonelada de aceite de semilla de uva.

### TABLA VI

#### COSTO TOTAL DE UNA PLANTA PARA PRODUCIR ACEITE DE SEMILLA DE UVA

Capacidad: 300 toneladas anuales, 100 días laborables  
al año.

Base: Una tonelada de aceite.

---

COSTO DE PRODUCCION		\$ 3,625.00
<u>GASTOS GENERALES</u>		
Administración	\$ 160.00	
Ventas	<u>50.00</u>	
Total gastos generales		\$ <u>210.00</u>
COSTO TOTAL		\$ <u><u>3,835.00</u></u>

---

## F.- UTILIDAD Y RENTABILIDAD

Las utilidades resultan de la diferencia entre las ventas netas, y el costo total de producción.

En este caso las ventas anuales alcanzan un valor de \$ 1,200,000.00 por concepto de aceite, y \$ 495,000.00 por la pasta, lo que da un total de \$ 1,695,000.00. Como por concepto de ingresos mercantiles se paga un 3% de las ventas brutas, las ventas netas alcanzan un valor de \$ 1,650,000.00.

Por otro lado el costo total de producción anual es de \$ 1,150,000.00, por lo cual la utilidad es de \$ 500,000.00.

Sin embargo esta utilidad se encuentra gravada por los impuestos de Cédula II, que son para este caso de \$ 191,858.00; resultando así una utilidad neta de \$ 308,142.00.

La rentabilidad se puede expresar como la relación, en por ciento, entre la utilidad anual y la inversión, y queda expresada por la siguiente ecuación:

$$R = \frac{U}{I} \times 100 \quad \underline{5.1}$$

donde R es la rentabilidad, U la utilidad neta, e I la inversión total. Substituyendo valores en 5.1, se obtiene una rentabilidad del 8%, la cual es inferior a la mínima conveniente para industrias de este tipo en México, que es del orden de 15%.

Por otra parte, como ya se indicó al principio de este capítulo, el precio establecido resulta ser inferior

al prevaleciente en años anteriores; considerando que podría haber un aumento, se recalculó la rentabilidad para los valores siguientes: (a) \$ 4,500.00, (b) \$ 5,000.00 y (c) \$ 5,500.00/tonelada de aceite, los cuales dan respectivamente 10.8, 13.3 y 15.8%.

### G. - TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSION

Este concepto ampliamente usado en la evaluación económica de un proyecto, se puede definir en forma general como el número de años en los cuales las utilidades regresarán la inversión.

Se expresa por la siguiente ecuación.

$$T = \frac{Cf + Ca}{Un + 0.1 Cf} \quad \underline{5.2}$$

donde:

- T = Tiempo en años
- Cf = Capital fijo de inversión
- Un = Utilidad neta total
- Ca = Costo de arranque

Este último se consideró equivalente a los gastos variables de 10 días de producción lo que da un total de \$ 70,000.00.

Substituyendo en la ecuación 5.2 los respectivos valores para cada uno de los tres precios establecidos, se tiene que el tiempo de retorno del capital es:

Para el caso (a)	4.25 años
Para el caso (b)	3.7 años
Para el caso (c)	3.3 años

Los valores de tiempo de retorno de capital encontrados para los tres casos, están dentro del límite que se recomienda para empresas que tienen poco riesgo (1).

## H.- EFECTOS ECONOMICOS EN LA VARIACION DE LA CAPACIDAD

Con objeto de apreciar los efectos que tendría una variación, la cual disminuyera la capacidad anual estimada, se construyeron 2 gráficas del punto de equilibrio, basadas en los siguientes conceptos:

1.- Costos fijos. - Son aquéllos que la empresa tiene que aportar, sin importar la capacidad de producción a la cual está operando. Dentro de este renglón están comprendidos los costos fijos de producción y los gastos generales, además se consideró la mano de obra y supervisión de tal forma que su suma asciende a la cantidad de \$ 1,516.00 por tonelada de aceite.

2.- Costos variables. - Bajo este concepto están comprendidos los costos que varían directamente con la producción. Incluye los costos de materia prima, mantenimiento, servicios, regalías y patentes, y los costos indirectos de producción, los cuales dan un total de \$ 2,319.00 por tonelada de producto.

Por otro lado cabe especificar que se consideraron tanto las ventas del aceite a los tres diferentes precios ya establecidos, como aquéllas por concepto de la pasta.

En la figura 8 los puntos A, B y C, que indican las capacidades de producción de la planta en donde los ingresos totales cubren los costos totales, es decir no

hay pérdidas ni ganancias. El punto A se refiere a un precio de \$ 4,500.00/Ton de aceite, B a \$ 5,000.00/Ton. y por último C a \$ 5,500.00/Ton., correspondiendo a cada uno de ellos un punto de equilibrio de 51, 43 y 39% de capacidad respectivamente.

Por otro lado para tener una buena rentabilidad se necesitaría trabajar en el período establecido a la máxima capacidad, como se puede observar en la figura 9 donde se aprecian los efectos que tiene sobre la rentabilidad de la empresa, una variación en la capacidad.

#### I. - ANALISIS ECONOMICO DEL PROCESO DE EXTRACCION POR MEDIO DE DISOLVENTES.

Con objeto de apreciar los efectos económicos de un proceso de extracción por disolventes, se calculó (Apéndice C), tanto la inversión, costo de producción y rentabilidad de una planta análoga en la capacidad estimada. La inversión de equipo aumenta 10% y la inversión total aumenta en un 25%. La rentabilidad que se obtiene para un precio de \$4,000.00/ton. de aceite es de 8%, o sea igual que en el caso de expresión.

MILES DE PESOS AL AÑO

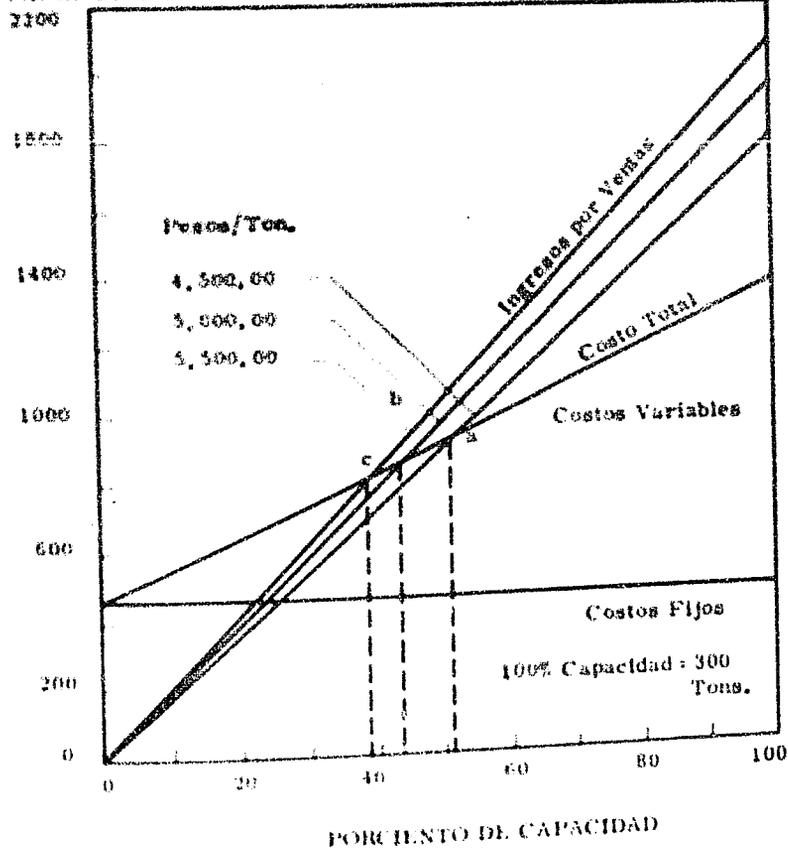


Fig. 8. INGRESOS Y EGRESOS DE UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE SEMILLA DE UVA.

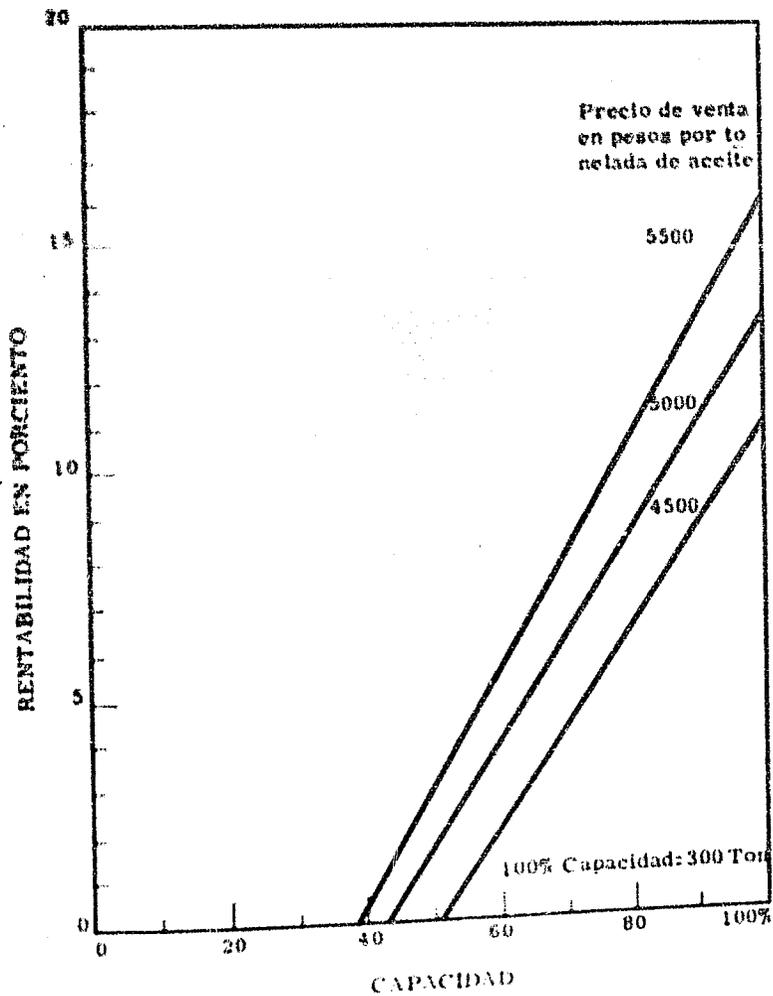


Fig. 9. - EFECTO DE LA CAPACIDAD Y DEL PRECIO DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA EN LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA.

VI. CONCLUSIONES

El análisis Técnico - Económico de la producción de aceite de semilla de uva presenta las siguientes condiciones:

1. - No obstante que el mercado de grasas y aceites vegetales se encuentra saturado, la demanda por productos con características similares al aceite de semilla de uva, ha aumentado, por lo que se considera tendría aceptación dentro de un escogido grupo de consumidores.

2. - La localización adecuada de una planta para la extracción de aceite de semilla de uva, sería en el Estado de Coahuila, específicamente en las ciudades de Saltillo o Torreón, que reúnen las condiciones apropiadas, tanto desde el punto de vista de abastecimiento de materia prima, como de servicios.

3. - La disponibilidad de orujo, calculada para 1965 sería de 10,000 toneladas, las cuales para una semilla con un contenido de 15% de aceite BH. produciría 300 ton de aceite crudo y 1650 toneladas de pasta por año.

4. - Para tener ya operando la planta de extracción de aceite, la estimación de costos preliminar, indicó que es necesaria una inversión total de \$ 3,792,000.00, la cual en el caso de realizarse el proyecto, podría disminuir considerablemente, si en ese tiempo, pudiera dispo

nerse del equipo de prensa de tornillo, ya usado, que es tuviera en condiciones de operar satisfactoriamente.

5. - Al precio promedio que actualmente tienen los aceites crudos de \$ 4,000.00/ton. para los costos considerados, la empresa tendría una rentabilidad del 8%, o sea abajo de lo normal para las industrias de México.

6. - Considerando tres diferentes precios para el aceite de semilla de uva de \$ 4,500.00 y \$ 5,000.00 y \$ 5,500.00/Ton., e incluyendo las ventas de la pasta a razón de \$ 300.00/Ton., las rentabilidades serían de 10.8, 13.3 y 15.8% respectivamente, por lo que puede concluirse que solamente para el último caso sería factible la instalación de la planta.

7. - El análisis técnico tomó como base una planta que procesara la semilla de uva durante 100 días anuales, el resto del año podría trabajar otro tipo de semilla, lo que haría que disminuyeran los costos de producción, concretamente el renglón referido, a depreciación ya que ésta se cargaría repartida equitativamente a cada semilla. Esto por consiguiente ocasionaría un incremento en la rentabilidad de la empresa.

8. - En el caso de usar el proceso de extracción por disolventes, la inversión total aumentaría en un 25%, y la rentabilidad para un precio del aceite de \$4,000.00 por tonelada sería del 8%, o sea igual que en el proceso de expresión.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Aries, S. R. and Newton, R. D.  
"Chemical Engineering Cost Estimation"  
New York, McGraw Hill Book Co, Inc., (1955)
- (2) Bailey, A. E.  
"Industrial Oil and Fat Products"  
New York, Interscience Publishers, Inc., (1951)
- (3) Bonnet, J.,  
Bell. Mat. Grasses Inst. Colonial Marseille, 26,  
186 - 8 (1942)
- (4) Brown, G. G.  
"Unit Operations", New York  
John Wiley and Sons Inc., (1950)
- (5) Carreno, Alberto  
Asociación Nacional de Vitivicultores  
Comunicación privada
- (6) Chilton, C. H.  
"Cost Engineering in the Process Industries"  
New York, McGraw - Hill Book Co, Inc., (1960)
- (7) Cruess, W. V.  
"Commercial Fruit and Vegetable Products",  
4 th ed., New York, McGraw Hill Book Co, Inc.,  
(1958)

- (8) Dickey, D. G.  
"Theory and Practice of Filtration"  
New York, Reinhold Publishing Co., (1946)
- (9) Dirección General de Economía Agrícola,  
Boletines mensuales Nos. 325, 338, 367, 375, 381,  
401, 411.  
Secretaría de Agricultura y Ganadería,  
México, D. F.
- (10) Dunning, J. W.  
J. Am. Oil Chem. Soc., 30, No. 11, 486 - 92,  
1953
- (11) Dunning, J. W.,  
J. Am. Oil Chem. Soc. 33, No. 10, 462 - 70,  
1956
- (12) Eckey, E. W.  
"Vegetable Fats and Oils"  
New York, Reinhold Publishing Co., (1954)
- (13) Empresa Nacional "Calva Sotelo"  
Patente Francesa 941, 858,  
Aceite Lubricante de Semilla de Uva.
- (14) F. A. O. Anuario Estadístico, Roma, (1959)
- (15) Fiedler, H.,  
Farbe u. Lack., No. 57, 240 - 2  
Chem., Abst. 45, 7800
- (16) Prolog - Hager, A. M.  
Vinodelei i Vinogradarstvo,  
S. S. S. R., No. 8, 15 - 6, 1948, Chem. Abst.  
44, 9700 (1950)

- (17) Garoglio, P. G.  
 "Tecnología de los Aceites Vegetales"  
 Vol. 1, 1152 - 3. Ministerio de Educación  
 Univ. Nacl. de Cuyo (1950)
- (18) Grimm, R. T.  
 J. Am. Oil Chem. Soc. 33, No. 10, 437 - 9, 1956
- (19) Hudson, G. W.  
 "Conveyors and Related Equipment", 2a. Ed.,  
 New York, John Wiley and Sons Inc., (1950)
- (20) Huesca, J.,  
 Grasas y Aceites (Sevilla), No. 3, 103 - 6, (1952)
- (21) Jamieson, G. S., "Vegetable Fats and Oils"  
 New York, Reinhold Publishing Co., (1943)
- (22) Kester, E. B.  
 J. Am. Oil Chem. Soc., 26, No. 2, 70 - 2, 1949
- (23) Kirk - Othmer,  
 "Encyclopedia of Chemical Technology"  
 Vol. 16, 142 - 7  
 New York, The Interscience Encyclopedia Inc.,  
 (1951)
- (24) Kunio Ishimaru,  
 J. Agri. Chem. Soc., Japan 18, 651 - 4, (1944)  
 Chem. Abst. 42, 6140
- (25) Larraza, P.  
 Chem. Eng. Prog., 56, No. 6, 41 - 3, (1960)

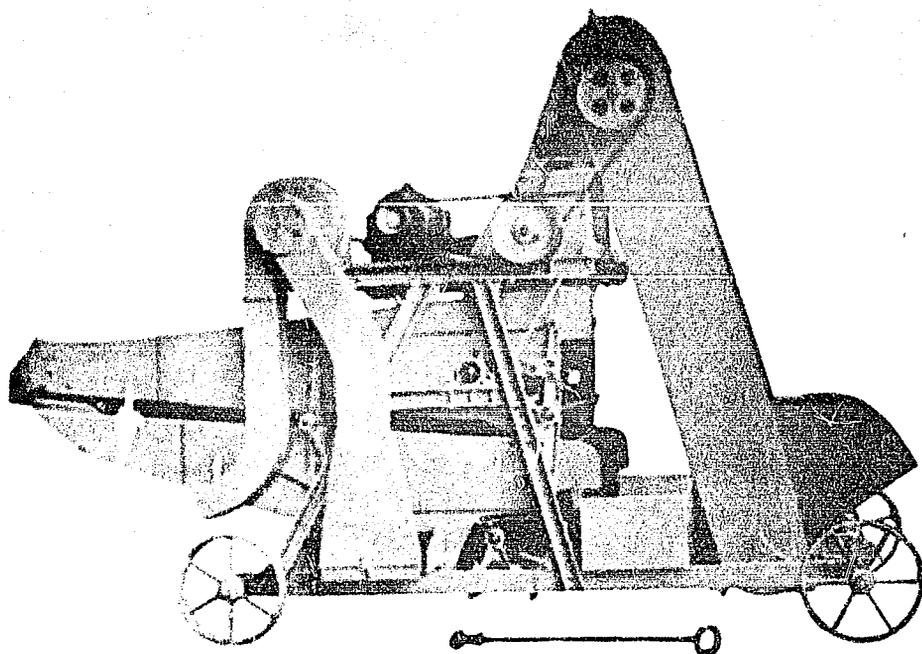
- (26) **Lombera Guillermo**  
**Asociación Nacional de Industriales de Aceites**  
**y Mantecas Comestibles, A. C.**  
**Comunicación privada**
- (27) **Martinenghi, G. B.**  
**Olearia (Italia), p. 84 - 9, (1947)**
- (28) **Marx, C., and Cruess, W. V.**  
**"Oil From Grape Seeds", p. 196 - 201,**  
**Proc. Inst. Food Tech.,**  
**Junio 2, 3 y 4 (1943)**
- (29) **Morand, P., and Silvestro, J.,**  
**Ann. Fals. et Expert Chem., 53, p. 193 - 203,**  
**(1960). Chem. Abst., 60, 18822**
- (30) **Müller, A., Farbé u. Lock, 57, p. 240 - 2,**  
**Chem. Abst., 45, 7800**
- (31) **Nacional Financiera**  
**"Informe Anual"**  
**México, D. F. (1960 y 1961)**
- (32) **Nabori, H., et. al.,**  
**J. Soc. Chem. Ind. Japan, 47, 146 - 8, 1944,**  
**Chem. Abst., 43, 4027**
- (33) **Nunn, W., Australia Dept. Munitions Paint**  
**Notes, 3, 230 - 9, (1948)**
- (34) **Osburne, O. J. and Kammarmeyer, J.**  
**"Money and the Chemical Engineer"**  
**New York, Prentice - Hall Inc., (1958)**

- (35) Perry, J. H.  
 "Chemical Engineers' Handbook" 3a. ed. New  
 York, McGraw - Hill Book Co. Inc., (1950)
- (36) Rabak, F., and Shraderer, J. H.  
 U. S. Dep. Agri. Bull No. 2, (1921)
- (37) Raschieri, P. J.  
 "Desecación de los Productos Vegetales" 169 - 71  
 Barcelona, Editorial Reverté, S. A., (1955)
- (38) Rase, F. H., and Barrow, H. M.  
 "Project Engineering of Process Plants"  
 New York, John Wiley and Sons, Inc., (1957)
- (39) Rayshich, A.  
 J. Am. Oil Chem. Soc. 30, No. 11, 575 - 8,  
 1953
- (40) Secretaría de Industria y Comercio  
 "Anuario del Comercio Exterior", 1959, 1960,  
 1961, 1962, México, D. F.
- (41) Strube, L. H., Chem. Eng. 61, No. 4, 195 - 219,  
 1954
- (42) Vilbrandt, C. F., and Dryden, E. C.  
 "Chemical Engineering Plant Design",  
 New York, McGraw Hill Book Co., Inc., (1959)
- (43) Comunicación Privada con los representantes de  
 la casa V. D. Anderson Company.  
 Cleveland, Ohio, U. S. A. (1963).

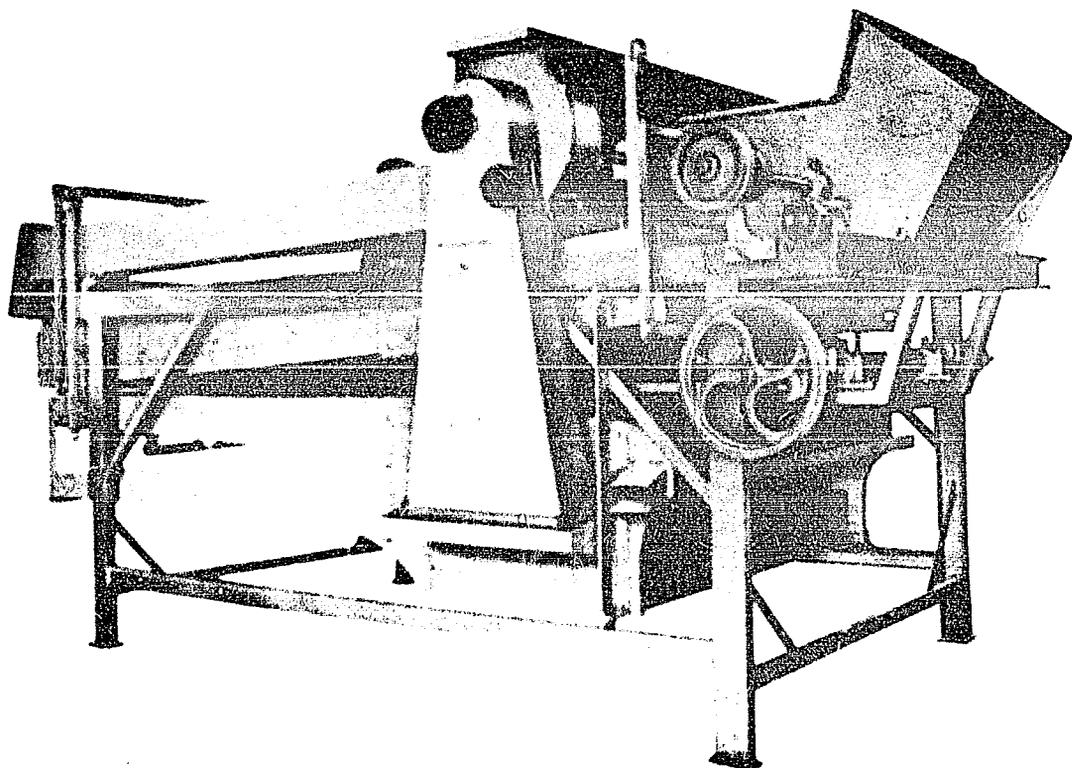
- (44) Comunicación privada con los representantes de la casa French Oil Mill Machinery Co., Piqua, Ohio, U. S. A. (1963)
- (45) Comunicación privada con la casa Giorgio Diefenbach, Monza, Italia (1963)
- (46) American Oil Chemists' Society  
Official and Tentative Methods. 2nd. Ed. (1963)  
Métodos No. Ba 2 - 38, Ba 3 - 38, Ba 4 - 38,  
Ba 5 - 49, Ba 6 - 61
- (47) Comunicación privada con la casa Célestin Coq and Cie., Aix en Provence, Francia, (1963)
- (48) Comunicación privada con la casa Enzo Borsari, Modena, Italia, (1963)
- (49) Perry, R. H., Chilton, C. H., Kirkpatrick, "Chemical Engineers' Handbook", 4a. Ed., New York, McGraw - Hill Book, Co., Inc., (1963)
- (50) Comunicación privada con la casa Speichim (Société Pour L'Équipement des industries chimiques) Paris, Francia (1963)
- (51) Comunicación privada con la casa Jean Bécharde Cardet (Gard), Francia (1963)
- (52) Comunicación privada con la casa Drew Chemical Corporation Lindsay, California. E.U.A. (1963)

(51) **Comunicación Privada con el Instituto de la Grasa y sus Derivados.**  
**Sevilla, España, (1963).**

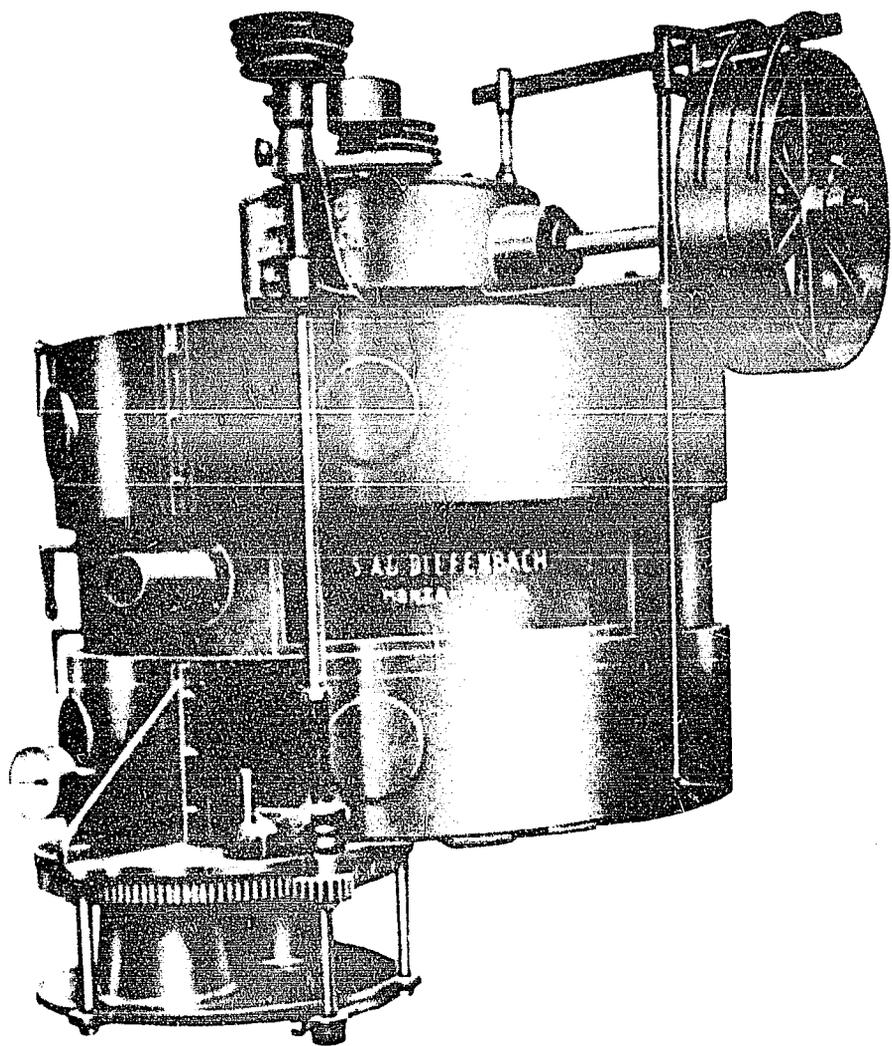
APPENDICE



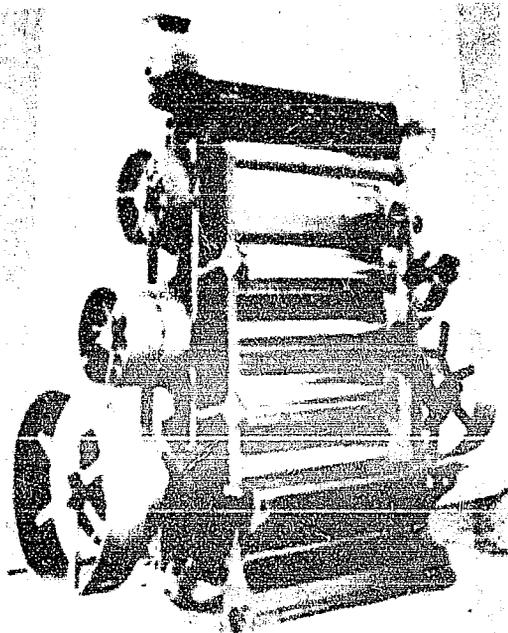
FOTOGRAFIA 1. - SEPARADORA DE SEMILLA DE UVA  
(MANUFACTURA FRANCESA).



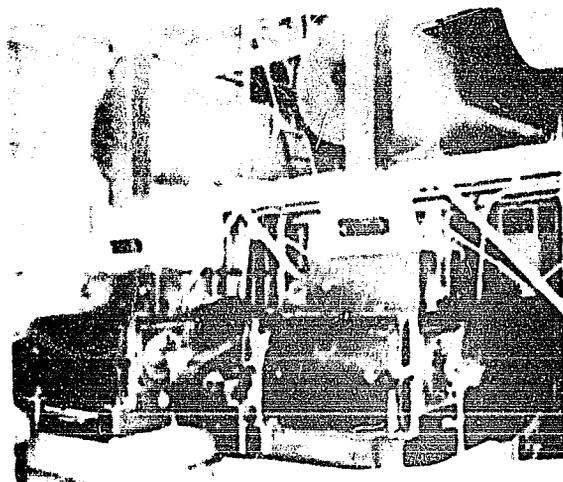
FOTOGRAFIA 2. - SEPARADORA DE SEMILLA DE UVA (MANUFACTURA ITALIANA)



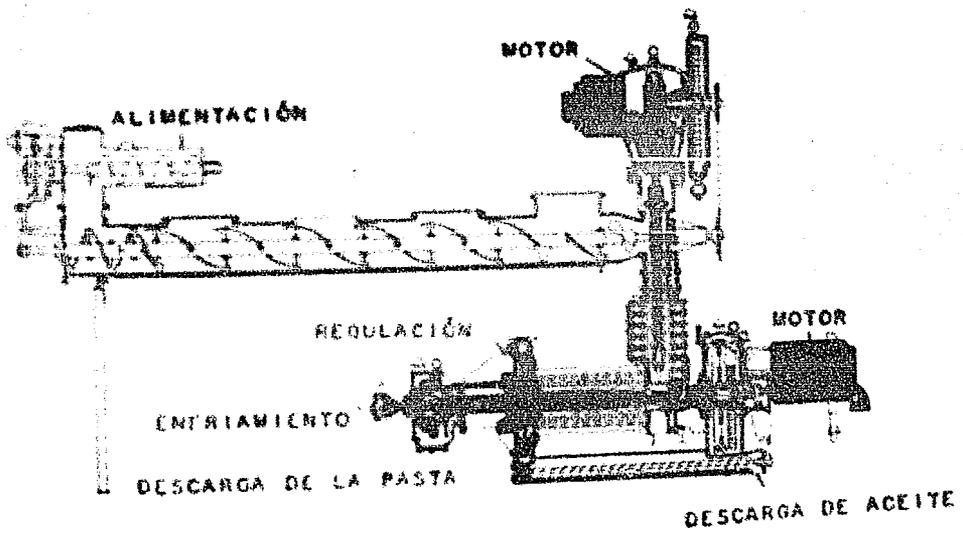
FOTOGRAFIA 3. - COCEDOR DE SEMILLA A FUEGO DIRECTO.



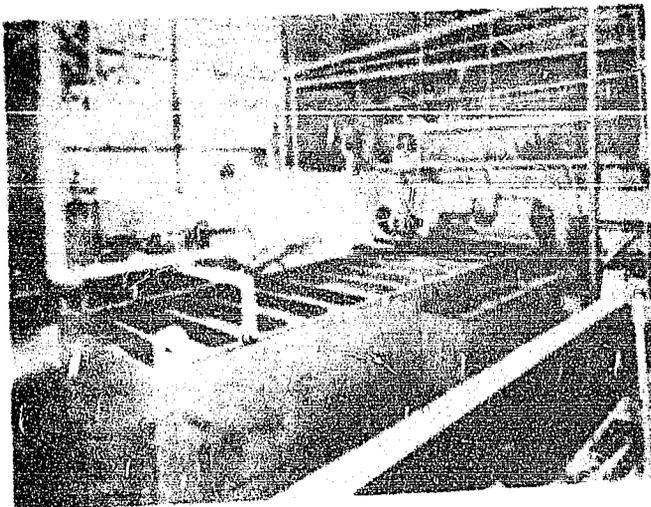
FOTOGRAFIA 4. - LAMINADOR TIPO  
ECONOMICO.



FOTOGRAFIA 5. - LAMINADOR PARA ALTA  
CAPACIDAD



FOTOGRAFIA 6. EXTRACTOR CONTINUO DE ACEITE.



FOTOGRAFIA 7. - TANQUE DE LODOS CON FILTRO  
PRENSA AL FONDO.

APENDICE B.

## APENDICE B

### CALCULO DEL SECADOR

Datos para el Cálculo:

Capacidad 1.04 Ton/hr (2288 lb/hr) de material alimentado

Humedad Inicial del material ( $w_1$ ) = 30%

Humedad Final del material ( $w_2$ ) = 8%

Temperatura de los gases a la entrada ( $t_1$ ) = 1000°F

Temperatura de entrada del material ( $ts_1$ ) = 80°F

Poder calorífico del gas usado como combustible (H)  
• 1000 BTU/pie<sup>3</sup> a 60°F y 30 pulg. de Hg

Temperatura del bulbo húmedo del aire ambiente  
( $tw_1$ ) = 64.5°F

Humedad relativa del aire ambiente = 44%

Humedad absoluta del aire ambiente = 0.010

$\frac{\text{lb de agua}}{\text{lb de aire seco}}$

Moles de aire teórico para la combustión:

$$2.315 \div 0.7 = 11 \text{ lb. mol.}$$

Libras de aire teórico =  $11 \times 29 = 314 \text{ lb/lb mol de combustible.}$

$$\text{Humedad absoluta con} = 0.010 \frac{\text{lb de agua}}{\text{lb de aire seco}}$$

Agua alimentada con el aire teórico:

$$314 \times 0.01 = 3.14 \text{ lb de agua}$$
$$3.14/18 = 0.1749 \text{ lb. mol de agua}$$

Agua formada en la combustión

$$\text{Metano} = 0.85 (4/2) = 1.70 \text{ lb. mol}$$
$$\text{Etano} = 0.10 (6/2) = 0.30 \text{ lb. mol}$$
$$\text{Propano} = 0.04 (8/2) = 0.16 \text{ lb. mol}$$
$$\text{Butano} = 0.01 (10/2) = 0.051 \text{ lb. mol}$$

Agua formada por la combustión = 2.21 lb. mol

$$\text{Agua alimentada con el aire} = \frac{0.1749 \text{ lb. mol}}{2.3849 \text{ lb. mol}}$$

Cálculo del  $\text{CO}_2$  formado por la combustión

Metano	=	0.85 (1)	=	0.85 lb. mol
Etano	=	0.10 (2)	=	0.20 lb. mol
Propano	=	0.04 (3)	=	0.12 lb. mol
Butano	=	0.01 (4)	=	0.04
Total				<u>1.21 lb. mol</u>

Las humedades inicial y final, base seca del material son:

$$wD_1 = 0.4275 \text{ lb. agua/lb. mat. seco}$$

$$wD_2 = 0.0872 \text{ lb. agua/lb. mat. seco}$$

A. - Cálculo de la cantidad necesaria de oxígeno para la combustión de 1 lb. mol de combustible.

Composición del combustible:

Metano	85%
Etano	10%
Propano	4%
Butano e hidrocarburos superiores	1%

Este dato fue proporcionado por el departamento químico de Petróleos Mexicanos.

Oxígeno requerido para:

$$\text{Metano} = 0.85 (1 + 4/4) = 1.70 \text{ lb. mol}$$

$$\text{Etano} = 0.10 (2 + 6/4) = 0.35 \text{ lb. mol}$$

$$\text{Propano} = 0.04 (3 + 8/4) = 0.20 \text{ lb. mol}$$

$$\text{Butano} = 0.01 (4 + 10/4) = 0.075 \text{ lb. mol}$$

$$\text{cantidad de O}_2 \text{ necesaria } \underline{2.315 \text{ lb. mol}}$$

$$\text{Moles de N}_2 \text{ que acompañan al O}_2 = 2.315 \times \frac{79}{21} = 8.7$$

Cálculo de la humedad alimentada con el aire teórico

rico

[Heavily obscured and illegible text]

B.- Cálculo del exceso de aire

La fórmula usada fué:

$$Q_t = 385.5 \frac{\text{pie}^3}{\text{lb. mol}} \times 1000 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^3} = n_{\text{CO}_2} C_p \text{CO}_2 \Delta T$$

$$+ n_{\text{H}_2\text{O}} C_p \text{H}_2\text{O} \Delta T + n_{\text{N}_2} C_p \text{N}_2 \Delta T$$

$$+ n_{\text{aire}} C_p \text{aire} \Delta T$$

$$Q_t = 385,500 \frac{\text{BTU}}{\text{lb. mol}} = 1.21 (12.30) (1000 - 80) +$$

$$2.38 (9.38) (1000 - 80) + 8.7 (7.56) (1000 - 80) +$$

$$n_{\text{aire}} (7.8) (1000 - 80)$$

Despejando a  $n_{\text{aire}}$  y haciendo operaciones da un total de: 39.82 lb. mol de exceso de aire.

C.- Composición de los gases de combustión

Moles de $\text{CO}_2$	1.21	÷ 52.11	× 100 =	2.32%
Moles de $\text{H}_2\text{O}$	2.38	÷ 52.11	× 100 =	4.58%
Moles de $\text{N}_2$	8.70	÷ 52.11	× 100 =	16.49%
Moles de aire	39.82	÷ 52.11	× 100 =	76.41%
		<u>52.11</u>		<u>100.00%</u>

Se tiene que el aire tiene una humedad absoluta de:

$$\frac{0.0100 \text{ lb de agua}}{\text{lb de aire seco}} = 0.0100 \frac{29}{18} = \frac{0.016 \text{ lb. mol de agua}}{\text{lb. mol de aire seco}}$$

El agua alimentada con el aire en exceso será -  
 $0.0161 \times 39.82 = 0.641$  lb mol de agua; la humedad absoluta de los gases será:  $2.38 + 0.64 = 3.02$  lb, mol. de agua. De la humedad en los gases calculada fué de

$$\frac{3.02}{52.11} = 0.058 \frac{\text{lb. mol de agua}}{\text{lb. mol de gas seco}}$$

Con esta humedad, y considerando que los gases llevan 2.32 de  $\text{CO}_2$ , se lee en la carta psicrométrica para alta temperatura (Perry 3a. ed, pág. 767) la temperatura del bulbo húmedo, ( $t_{w_2}$ ) que dio igual a  $155^\circ\text{F}$

D. - Cálculo de la temperatura de salida de los gases ( $t_2$ )

Se consideró que el material sale a la temperatura ( $t_{s_2}$ ) del bulbo húmedo de los gases ( $t_{w_2}$ ), o sea a  $155^\circ\text{F}$ .

La temperatura de salida de los gases, es en gran parte función de carácter económico en el proceso de secado. Su valor se determinó mediante la siguiente ecuación (35).

$$N_t = \frac{t_1 - t_2}{\Delta T_m} \quad (\text{B} - 1)$$

$$\text{donde } \Delta T_m \text{ es igual a: } \frac{(t_1 - t_{s_1}) - (t_2 - t_{s_2})}{\frac{\ln(t_1 - t_{s_1})}{(t_2 - t_{s_2})}}$$

$N_t$ , es el número de unidades de transferencia, que en secadores rotatorios que operan eficientemente va de 1.5 a 2.5 (35).

En el presente caso se estimó de 2.

Substituyendo valores en la ecuación 1, y por aproximaciones sucesivas,  $t_2$  da un valor de  $253^\circ\text{F}$ .

### E. - Calor específico del material

Careciendo del valor del calor específico de la semilla de uva a la humedad de equilibrio, se calculó en función de los calores específicos de los componentes, en la siguiente forma:

<u>Componente</u>	<u>% en la Semilla</u>	<u>Cp</u> <u>BTU</u> <u>°F - lb</u>	<u>% del Cp</u> <u>correspon</u> <u>diente</u>
Agua	8%	1	0.08
Aceite	15%	0.445	0.066
Fibra cruda, carbohidratos, proteína, etc.	77%	0.3	<u>.231</u>

Calor específico  
de semilla de la  
uva

$$0.377 \frac{\text{BTU}}{\text{°F} \cdot \text{lb}}$$

### F. - Balance de Calor

Base: 1 hora

1. - Calor transmitido al material seco

Se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$q_1 = C_{p_s} w_s (t_{s_2} - t_{s_1}) \quad (B - 2)$$

donde:  $q_1$  = Calor transmitido al material seco en BTU/hr

$C_{ps}$  = Calor específico del material en BTU/lb<sup>o</sup>F

$w_s$  = Cantidad de material alimentado base seca en lb/hr.

Substituyendo valores en (B-2) se obtuvo un valor de:

$$q_1 = 45,600 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

2. - Calor necesario para remover la humedad.

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$q_2 = (wD_1 - wD_2) w_s \left[ (tw_2 - ts_1) + \lambda_v + C_{pv} (t_2 - tw_2) \right] \quad (B-3)$$

donde:  $q_2$  = Calor necesario para remover la humedad  
 $\lambda_v$  = Calor latente de vaporización del agua a la temperatura del bulbo húmedo e igual a 1005.2 BTU/lb.

$C_{pv}$  = Calor específico del vapor

Los demás literales indican lo anterior señalado.

Substituyendo valores en (B-3) se obtiene un valor de  $q_2 = 610,000 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$

3. - Calor total transferido

El calor total se encuentra sumando los valores suministrados de  $q_1$  y  $q_2$ ; así obteniéndose

$$q_t = 655,000 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

### G. - Cantidad de gases requerida

Para encontrar la cantidad de gases requerida se aplica la siguiente ecuación:

$$w_g = \frac{qt}{C_{pg} (t_1 - t_2)} \quad (B-4)$$

donde:  $w_g$  = Cantidad de gases requerida en lb/hr

$C_{pg}$  = Calor específico promedio de los gases y aproximadamente igual a 0.24 BTU/lb<sup>o</sup>F

Aplicando los valores correspondientes en (B-4)

$$w_g = 3,670 \frac{\text{lb}}{\text{hr}}$$

A esta cantidad de gases se le va a aumentar un 10% con objeto de compensar pérdidas de calor por radiación (35), alcanzando así un valor de  $w_g = 4,037 \frac{\text{lb}}{\text{hr}}$  de gases.

La cantidad de gas natural usado se calculó con base en la cantidad de calor suplido al secador para calentar el aire de secado, y dividiéndola entre el poder calorífico del gas, o sea:

$$w_h = \frac{Q_g}{H} \quad (B-5)$$

siendo:  $Q_g = w_g C_{pa} (t_1 - t_{\text{aire frío}})$  (B-5A)

donde:  $w_h$  = Cantidad de combustible necesaria en ft<sup>3</sup>/hr;

$C_{pa}$  = Calor específico del aire con la humedad de entrada

Substituyendo valores en (B-5) y (B-5A) se tiene que  
$$wh = 908 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

En virtud de que se consideró gas natural "Pemex", como combustible, a un precio de \$ 0.15/m<sup>3</sup>, o sea a \$ 0.0043/ft<sup>3</sup>, se tendría un cargo de \$ 31.50 por tonelada métrica de aceite.

H. - Cálculo del diámetro del secador

Con objeto de calcular el diámetro del secador, se asumió una masa velocidad de los gases (Gg) igual a 500 lb/hr pie<sup>2</sup>, que está dentro de los límites que la literatura (35) reporta para secadores rotatorios. Se aplicó la siguiente ecuación.

$$A = \frac{Wg}{Gg} \quad (\text{B-6})$$

En donde:

A el área transversal del secador.

Aplicando los valores correspondientes se encuentra que:

$$D = (3.2 \text{ ft})$$

1. - Cálculo de la longitud del secador

La literatura (35) reporta la siguiente ecuación para el cálculo de la longitud de un secador del tipo rotatorio:

$$L_t = 0.1 C_p g G_g^{0.84} D \quad (\text{B-7})$$

en donde  $L_t$  expresa la longitud de una unidad de transferencia.

Substituyendo los valores correspondientes, en (B-7)  $L_t$  da un valor de 14.5 ft. Como en este caso se asumieron 2 unidades de transferencia, la longitud total del secador será igual a 29 pies, para fines prácticos se tomará de 30 pies.

#### J. - Características del Secador

Las características del secador, como son número de aletas, altura de ellas, potencia consumida, número de revoluciones y pendiente, se calcularon tomando valores promedio de los valores usados en secadores rotatorios (35) en la siguiente forma:

1). - Número de aletas. - Varía de 2 a  $3.5 D$ , en pies, en este caso se asumió de  $3D$ , lo que dio un total de 9 aletas.

2). - Altura de aletas. - Tiene valores que van de  $1/8$  a  $1/12$  del diámetro, asumiendo  $1/10$ , se tiene una altura para las aletas de 4 pulg (aprox. 100 mm).

3). - Potencia requerida. - Se calcula también en función del diámetro teniendo valores que oscilan entre  $0.5D^2$  a  $D^2$ . En este caso se estimó de  $0.8D^2$ , lo que da un total de 8 H. P.

Con objeto de comprobar el dato anterior, se obtuvo también mediante la ecuación dada por Chilton (9) para calcular la potencia consumida por secadores rotatorios.

$$P = 12 \frac{(wh)}{T_1} \quad \pm \quad 50\% \quad (B-8)$$

expresando, P la potencia consumida en HP, y wh las libras de agua evaporada por hora.

Substituyendo valores en(B-8) se tiene que es igual a 6.5  $\pm$  50% H. P., quedando dentro de los límites del valor ya calculado.

La rotación del Secador se calculó asumiendo una velocidad periférica de 60 pies/min, que es un valor promedio entre 30 y 100 pies/min, que se menciona en la literatura; dividiendo entre la circunferencia da un valor de 6 r. p. m.

5).- Tiempo de paso de sólidos en el secador. - Tomando como base el volumen del secado, y asumiendo una retención de 10%, se calculó el tiempo de paso por la siguiente ecuación:

$$\Theta = \frac{V_r \times L}{w_s} \quad (B-9)$$

en donde  $\Theta$  representa el tiempo de paso en horas,  $V_r$  el volumen de retención en pies cúbicos, L la longitud del secador en pies.

Substituyendo los valores correspondientes en(B-9)  $\Theta$  alcanza un valor de 0.45 horas o sea 27 minutos.

Para el cálculo de la pendiente se aplica la siguiente fórmula:

$$S = \frac{0.23 L}{N^{0.9} D \left[ \Theta - \frac{0.6 \text{ BLG}}{F} \right]} \quad (\text{B-10})$$

expresado:

S = pendiente del secador en pies de altura/pies de longitud.

N = velocidad en revoluciones por minuto.

F = velocidad de material alimentado en lb/hr pie<sup>2</sup>

B = una constante que depende del material, y que puede definirse mediante la siguiente ecuación:

$$B = 5 (D_p)^{-0.5} \quad (\text{B-11})$$

Donde: D<sub>p</sub> es el tamaño en micras, de la partícula del material por secarse.

Así tomando un valor de D<sub>p</sub> para la semilla de uva igual a 4,000 micras, y substituyendo en (B-11) B es igual a 0.079.

Substituyendo valores en (B-10) y efectuando operaciones S alcanza un total de 0.0193 pies altura/pie longitud o sea aproximadamente el 2%.

7). - Coeficiente volumétrico de transmisión de calor: Calculado suponiendo el valor dado por Marshall y Friedman (35): en la siguiente ecuación

$$U_a = \frac{10 G^{0.16}}{D} \quad (\text{B-12})$$

substituyendo en(B-12)se obtiene:  $U_a = 8.1 \text{ BTU}/(\text{hr})$  (pie cúbico de volumen del secador) ( $^{\circ}\text{F}$ )

8). - Comprobación de la cantidad de calor que transmitirá el secador. - Usando la ecuación general de transmisión de calor expresada a continuación:

$$Q_t = U_a V (AT_m) \quad (\text{B-13})$$

en donde:  $Q_t$  = calor total transferido

$V$  = Volumen del secador

$AT_m$  = Diferencia de temperaturas media verdadera entre los gases calientes y el material

Substituyendo en(B-13)se obtiene:

$$Q_t = 8.1 \times 240 \times 365 = 710,000 \text{ BTU}/\text{hr}$$

Este valor indica que es correcto el cálculo ya que la cantidad de calor que es necesaria transferir fue de 655,000 BTU/hr.

## CALCULO DEL COMBUSTIBLE NECESARIO PARA LOS COCEDORES

Cantidad de Semilla alimentada por hora ( $w_s$ ): 790 Kg  
(1740 lb)

Calor específico del material (Cps):  $0.377 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F}}$

Temperatura del material a la entrada ( $T_1$ ):  $80^\circ\text{F}$

Temperatura del material a la salida ( $T_2$ ):  $155^\circ\text{F}$

Poder calorífico del combustible:  $1000 \text{ BTU}/\text{ft}^3$

Costo del combustible:  $\$ 0.0043/\text{ft}^3$

Calor suministrado al material:

Se obtiene aplicando la siguiente fórmula

$$q_0 = W_s \text{ Cps } (T_2 - T_1) \quad (\text{B} - 14)$$

donde:  $q_0$  = calor suministrado al material  
substituyendo valores en (B - 14), se obtiene un  
valor de  $q_0 = 49,250 \text{ BTU}/\text{hr}$ .

Suponiendo una eficiencia del 25% se tiene que el calor  
necesario sería de  $197,000 \text{ BTU}/\text{hr}$ .

Consumo de combustible:

La cantidad de combustible se obtiene dividiendo  
el calor suministrado a la semilla, entre el poder calorífico  
del combustible, lo que da un total de  $197.00 \text{ ft}^3/\text{hr}$ .

Por lo tanto, el costo por tonelada de producto será  
de  $\$ 6.50$ .

APENDICE C.

## EVALUACION ECONOMICA DE LA EXTRACCION DE ACEITE DE SEMILLA DE UVA POR DISOLVENTES.

Esta evaluación se hizo en forma análoga a la del proceso por expresión descrita en el capítulo V. Los resultados se muestran a continuación:

TABLA VII

### COSTO TOTAL DEL EQUIPO NECESARIO PARA OPERAR UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE SEMILLA DE UVA CON DISOLVENTES (50).

(Base: Capacidad de 3.5 toneladas de aceite de semilla de uva/día).

Máquina separadora	\$ 27,000.00
Secador rotatorio	136,000.00
Equipo de extracción	920,000.00
Equipo de desolventizado de la miscela	235,000.00
Equipo de desolventizado de la pasta	130,000.00
Bombas y tuberías del proceso	86,000.00
Tanques de almacenamiento de solvente, miscela, y aceite	150,000.00
Transportadores	45,000.00
Costo del equipo	<u>\$1,729,000.00</u>
Costo del equipo instalado	\$1,955,000.00

Para el presente caso se asumió por concepto de tubería de servicios e instrumentación el 15 y 10% del cos-to del equipo sin instalar. Los demás conceptos tanto del costo físico, como del costo directo se estimaron en la misma forma empleada en el proceso por expresión.

### TABLA VIII

**DISTRIBUCION DEL CAPITAL TOTAL DE INVERSION.**  
(Base: Capacidad de 3.5 toneladas de aceite de semilla de uva/día).

Costo del equipo instalado	\$1,955,000.00	
Tubería	294,000.00	
Instrumentación	195,000.00	
Edificios	225,000.00	
Terreno	285,000.00	
Servicios de la planta	<u>85,000.00</u>	
Costo Físico de la planta	\$3,049,000.00	
Ingeniería y Gastos de Construcción	<u>458,000.00</u>	
Costo directo de la planta	\$3,507,000.00	
Imprevistos	<u>420,000.00</u>	
<u>Capital Fijo</u>		\$3,927,000.00
Inventario de materia prima	\$ 55,000.00	
Inventario de producto	263,900.00	
Créditos extendidos	630,000.00	
Fondos de caja	<u>131,900.00</u>	
Capital de Trabajo	\$1,080,800.00	
<u>Capital total de Inversión</u>		\$5,007,800.00

## TABLA IX

### DISTRIBUCION DEL COSTO TOTAL DEL PRODUCTO.

Capacidad: 3.5 Toneladas de aceite de semilla de uva,  
100 días laborables al año.

Base: Una Tonelada de aceite.

#### Costos Directos de Producción

Materia prima	\$1,570.00
Mano de obra	129.00
Supervisión	86.00
Mantenimiento	250.00
Servicios	170.00
Regalías y Patentes	<u>40.00</u>
Total Costos Directos	\$2,245.00

#### Costos Indirectos de Producción

Prestaciones	20.00
Control de calidad	<u>Sin costo</u>
Total Costos Indirectos	\$ 20.00

Costos Fijos de  
Producción

Depreciación \$1,120.00  
Seguros 224.00

Total Costos Fijos \$1,344.00

Costo Total de  
Producción \$3,600.00

Gastos Generales

Administración \$ 126.00  
Ventas 35.00

Total Gastos Generales \$ 161.00

Costo total del Producto \$3,770.00

**UTILIDAD Y RENTABILIDAD.** - Las ventas brutas anuales por concepto del aceite y de la pasta alcanza un total de \$1,888,000.00, lo que descontando el 3% de Ingresos Mercantiles da \$1,835,000.00.

El costo de producción anual resulta de \$1,309,500.00, por lo tanto quedando una utilidad bruta de \$579,500.00. Descontando impuestos de Cédula II, la utilidad neta es de \$400,000.00.

Aplicando la fórmula 5.1, la rentabilidad da 8%.

Como puede observarse este valor es igual que en el proceso de expresión, sin embargo, la inversión requerida en dicho proceso es menor que usando disolventes.