

ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO SOBRE LAS
POSIBILIDADES DE APROVECHAMIENTO DEL
PULIDO DE ARROZ EN LA EXTRACCION DE
ACEITE Y CERA POR EL PROCESO FILTRA-
CION-EXTRACCION.

FRANCISCO J. PIZARRO SUAREZ Y VILLEGAS

066

MEXICO, D. F. 1968

MEXICO

1968

1968

1968

1968

1968

1968

1968

1968

1968

1968

1968

1968

1968

1968

1968

1968

FRANCISCO J. PIZARRO

Y VILLEGAS

1968



1080077136

ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO SOBRE LAS POSIBILI-
DADES DE APROVECHAMIENTO DEL PULIDO DE ARROZ
EN LA EXTRACCION DE ACEITE Y CERA POR
EL PROCESO DE FILTRACION - EXTRACCION

TESIS
QUE PRESENTA PARA SU EXAMEN PROFESIONAL DE

INGENIERO QUIMICO

FRANCISCO J. PIZARRO SUAREZ Y VILLEGAS

ANTE LA

FACULTAD DE QUIMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MEXICO, D. F.

1968

T
HD 9066
PS



RECONOCIMIENTO

Deseo expresar mi reconocimiento al Personal Técnico del Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas, A.C., y especialmente a la Sección de Estudios Técnico - Económicos - por la asistencia y facilidades que me fueron brindadas para la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
I. - CARACTERÍSTICAS Y DISPONIBILIDAD DE LA MATERIA PRIMA.	
A. - Generalidades	5
B. - Propiedades Físicas y Químicas	6
C. - Cantidades y Zonas de Producción	7
D. - Precios	
II. - SELECCION Y DESCRIPCION DEL PROCESO	
E. - Antecedentes de los Problemas Técnicos del Proceso.	11
F. - Descripción del Proceso	11
III. - LOCALIZACION Y DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA	
G. - Factores que Intervienen en la Localización	17
H. - Determinación de la Capacidad	18
IV. - ESPECIFICACIONES Y COSTOS DE LOS EQUIPOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO.	27

	Pág.
V. - SITUACION DEL MERCADO DEL PRODUCTO Y SUBPRODUCTOS EXTRAIDOS A PARTIR DEL PULIDO DE ARROZ.	
I. - Aceite de Arroz .	35
J. - Pasta de Arroz.	36
K. - Cera.	37
VI. - ASPECTOS ECONOMICOS DEL PROYECTO	
L. - Estimación de la Inversión Fija.	41
M. - Estimación del Costo de Producción.	44
N. - Estimación del Capital de Trabajo.	49
O. - Estimación de los Gastos Generales.	50
P. - Estado de Pérdidas y Ganancias.	51
Q. - Capacidad Mínima Económica de Operación.	59
CONCLUSIONES .	63
BIBLIOGRAFIA .	65
APENDICE.	69

LISTA DE TABLAS

	Pág.
I.- CONTENIDO DE LIPIDOS EN LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE ARROZ CULTIVADAS EN LA REPUBLICA MEXICANA.	9
II.- RELACION DE SERVICIOS EN LA DENOMINADA ZONA CENTRO.	21
III.- DISTRIBUCION Y PRODUCCION DE MOLINOS DE ARROZ POR ENTIDADES.	23
IV.- COSTOS DE TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA ENTRE LOS ESTADOS PERTENECIENTES A LA ZONA CENTRO.	25
V.- RELACION DEL EQUIPO EMPLEADO EN LA PLANTA DE EXTRACCION DE ACEITE A PARTIR DE PULIDO DE ARROZ.	33
VI.- RELACION DE LA MANO DE OBRA ESTIMADA PARA EL PROCESO.	45
VII.- CONDENSACION DE LOS RENGLONES QUE INTERVIENEN EN LA ESTIMACION DEL COSTO FISICO.	52
VIII.- RENGLONES QUE INTERVIENEN EN EL COSTO DE PRODUCCION.	53
IX.- RESUMEN DE LOS COSTOS INVOLUCRADOS EN LA INVERSION TOTAL.	55
X.- ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS DEL PROYECTO.	57

	Pág.
IA.- PRODUCCION DE ARROZ PALAY EN LA REPUBLICA MEXICANA.	69
IIA.- RELACION DE VALORES PARA EL CALCULO DE LA ECUACION DE LA RECTA DE REGRESION SOBRE - PRODUCCION DE ARROZ PALAY EN LA REPUBLICA MEXICANA.	71
IIIA.- PRODUCCION DE ARROZ PALAY EN LA ZONA CENTRO.	73
IVA.- RELACION DE VALORES PARA EL CALCULO DE LA - ECUACION DE LA RECTA DE REGRESION DE PRODUCCION DE ARROZ PALAY EN LA ZONA CENTRO.	74
VA.- ESTIMACION DE LA CONTRIBUCION PORCENTUAL A LA PRODUCCION NACIONAL DE LOS ESTADOS CONSIDERADOS EN LA ZONA CENTRO.	75
VIA.- COSTO DE FLETES DEL PULIDO DE ARROZ EN LAS REGIONES LOCALIZADAS EN LA ZONA CENTRO.	76
VIIA.- DISTRIBUCION DE FABRICAS DE ACEITES VEGETALES Y MARGARINAS.	77
VIIIA.- ACIDOS GRASOS CONTENIDOS EN LOS ACEITES DE - ARROZ, SEMILLA DE ALGODON, CACAHUATE Y OLIVO.	107.
IXA.- PROPIEDADES TERMICAS DE LOS ACEITES DE ARROZ, SEMILLA DE ALGODON, CACAHUATE Y OLIVO.	109
XA.- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL ACEITE DE - ARROZ.	111

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1.- DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO FILTRACION-EXTRACCION.	14
2.- DIAGRAMA DE EQUIPOS DEL PROCESO.	29
3.- BALANCE DE MATERIALES DEL PROCESO.	31
4.- PRODUCCION Y CONSUMO DE ACEITES VEGETALES EN LA REPUBLICA MEXICANA.	39
5.- INGRESOS Y EGRESOS DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE ACEITE DE ARROZ CON CAPACIDAD DE PROCESO DE 50 TON./DIA; DE MATERIA PRIMA.	61
1A.- TENDENCIA DE LA PRODUCCION DE ARROZ PALAY EN LA REPUBLICA MEXICANA Y EN LA ZONA CENTRO.	79

INDICE DEL APENDICE

	Pág.
I. - CALCULO DE LAS TENDENCIAS DE PRODUCCION DE ARROZ PALAY EN LA REPUBLICA MEXICANA Y EN LA ZONA DENOMINADA CENTRO.	69
II. - CALCULO DEL BALANCE DE MATERIALES DEL PROCESO.	81
III. - ESTIMACION DE LOS COSTOS DEL EQUIPO	88
IV. - PROPIEDADES DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS EN EL PROCESO.	106

RESUMEN.

En el presente trabajo se analiza primeramente la situación económica actual del pulido de arroz en México con base en la producción de arroz Palay.

Se estudian los diversos procedimientos para el tratamiento del pulido y se selecciona el proceso Filtración - Extracción con fines de extracción de la cera y el aceite. Debido a la imposibilidad de procesar todo el subproducto del arroz en una sola planta, se estudia la posibilidad de concentrar aquél disponible en una zona de la República denominada Zona Centro, la cual incluye los estados de Veracruz, Morelos, Michoacán, Jalisco, Puebla y México, resultando electo el segundo de ellos para fines de localización de la planta.

La capacidad de ésta se estima en 50 toneladas por día de materia prima procesada considerándose una disponibilidad de 17,000 toneladas para 1975, con un potencial de aceite extraíble de 3,000 toneladas.

Finalmente se analizan brevemente las posibilidades del mercado del aceite, la pasta y la cera y se estiman la inversión y la rentabilidad del proyecto, con resultados que deben considerarse como de carácter preliminar.

INTRODUCCION.

Varios países en el mundo, entre los que destacan Japón e India y con menor antigüedad Estados Unidos e Italia, han aprovechado desde años atrás los subproductos obtenidos en el tratamiento industrial del arroz. No se tiene conocimiento de que en México se haya intentado el aprovechamiento de tales subproductos, por lo que es objeto del presente estudio llegar a establecer conclusiones sobre la posibilidad de favorecer su industrialización, ya que de acuerdo con la experiencia acumulada en otros países constituyen una fuente atractiva de explotación.

En el curso del trabajo se analiza la situación del pulido de arroz, eligiendo asimismo el proceso de transformación para la producción de aceite, cera y harina contenidos en él. Cabe mencionar que en E.U.A. se han desarrollado dos procesos (1,2) que revolucionando el estado actual de la industria arrocera, permiten al mejorar las características del grano, incrementar el mercado del mismo, así como también obtener utilidades por la venta de los subproductos anteriormente mencionados.

I. - CARACTERISTICAS Y DISPONIBILIDAD
DE LA MATERIA PRIMA.

A.- Generalidades,

El arroz, *Oryza Sativa*, es una de las gramíneas que ocupa actualmente un lugar prominente dentro del conjunto de productos básicos alimenticios. En el ciclo agrícola (1964 - 65) la producción mundial alcanzó la cifra de 256 millones de toneladas período para el cual México produjo apenas 377 mil.

Sin embargo, esta producción fué superior a la de la mayoría de los países integrantes de la Asociación Latinoamericana del Libre Comercio.

En el año de 1966 la demanda nacional obligó a la importación de aproximadamente 11,500 Ton. de arroz descascarillado, 3,000 de arroz quebrado y 920 de arroz Palay, cantidades que en conjunto equivalen a un déficit de 25,000 toneladas de este último.

El grano comercialmente conocido como arroz "Palay", se sujeta a un tratamiento para darle la brillantez y características propias del utilizado en la alimentación casera. Sus partes constitutivas son: cascarilla, pericarpio, germen y mesocarpio. Para eliminar la primera, el grano sufre una trituración con posterior aereación y entonces recibe el nombre de "arroz moreno", esta cascarilla representa del 17 al 20% del peso total.

El arroz moreno puede emplearse en la alimentación como fuente de hidratos de carbono, sin embargo el pericarpio y el germen contienen glicéridos que por acción enzimática se descomponen rápidamente, lo que da origen a problemas en su almacenamiento; por otra parte, su color café claro lo hace desagradable al consumidor que tradicionalmente prefiere el arroz blanco.

Para darle esta presentación, del grano se eliminan el pericarpio y el germen, sometiendo el arroz moreno al procedimiento llamado "pulido", que se efectúa en dos fases:

- 1) El "raspado", donde se elimina casi la totalidad del pericarpio y el germen.
- 2) El "pulido", que separa el resto del pericarpio junto con algunas capas superficiales del mesocarpio.

En el presente estudio, el término "pulido" designará al residuo obtenido en ambas operaciones, dado que con este nombre se conoce comercialmente a la materia prima para la producción de aceite, cera y pasta, la que actualmente se destina a la elaboración de alimentos balanceados para aves y ganado.

B.- Propiedades Físicas y Químicas.

Resultan difíciles de precisar las propiedades físicas y químicas del pulido de arroz en general, ya que cambian con el tipo o variedad del mismo, los molinos utilizados en la operación de pulido y el lugar de cultivo. La literatura (3) cita el contenido graso de las principales variedades de arroz cultivadas en la República Mexicana que se muestra en la Tabla I, localizada al final del capítulo.

La humedad de los pulidos de arroz que se producen en México oscila entre 8 y 10% (3); cifra que puede considerarse baja en comparación con la encontrada para otros tipos y variedades, que alcanzan valores hasta del 15% (4). Diversos análisis realizados en pulidos de distintas partes del mundo (4) arrojan los siguientes resultados en la composición de los mismos:

Humedad	9	a	15 %
Proteína	10	a	13 %
Aceite	10	a	22 %
Fibra	6	a	14 %
Cenizas	9	a	20 %
Extracto no nitrógeno	40	a	62 %

Es difícil determinar las propiedades físicoquímicas para el pulido a tratar en la planta considerada en el presente estudio, ya que éste resultaría de una mezcla de los provenientes de diversas variedades de arroz, extraídos en molinos de diferentes características; no obstante, se ha estimado que la variación de las propiedades del pulido se mantiene dentro de un margen relativamente estrecho y la composición del que se obtendría en las zonas productoras de arroz de la República Mexicana podría considerarse como la siguiente (3):

Humedad:	10 %
Acidos grasos libres:	6 %
Material graso:	18 %

De las propiedades químicas del pulido, la de mayor importancia debido a que es un factor determinante en su aprovechamiento industrial, se refiere a que en los procesos de raspado y pulido de arroz se activa una enzima lipolítica que hidroliza la grasa para descomponerla en alcohol y ácidos grasos.

La reacción de formación de éstos constituye una de las principales razones por las que se hacía incosteable la extracción del aceite de arroz, ya que éste contenía una gran cantidad de ácidos libres, cuya neutralización resultaba de costo elevado.

Las investigaciones posteriores indican que la acción enzimática se inhibe mediante un ligero calentamiento, previo al proceso de extracción de aceite.

C.- Cantidades y Zonas de Producción.

Como se ha mencionado, el pulido de arroz es un subproducto del tratamiento a que se somete la semilla con el fin de darle brillantez y blancura; los rendimientos de pulido difieren según la variedad del arroz y principalmente con el tipo y la eficiencia de los molinos utilizados para dicho efecto. En general, el rendimiento oscila entre 10 y 17% para el caso de México (3), pudiendo establecerse la siguiente relación de los subproductos obtenidos en el tratamiento de la semilla de arroz (5):

Cascarilla	17 - 21 %
Raspado	8 - 14 % *
Pulido	1.8 - 4 % *

Con el propósito de estimar la disponibilidad de pulido en la República Mexicana, se ha considerado el dato proporcionado por los productores de arroz (6), consistente en que la cantidad de pulido obtenible es de aproximadamente 10% del arroz que se alimenta al molino. Con la cifra anterior y conociendo las cantidades de arroz Palay producido en la República Mexicana se calcula la tendencia de producción de la materia prima.

(*) Ambos constituyen el subproducto denominado comercialmente "pulido".

La disponibilidad de pulido de arroz estimada para 1975 es de aproximadamente 58,000 toneladas (Ver Apéndice 1), la cual - resultaría difícil de procesar en una planta única, debido a que se obtiene en diferentes períodos y en cantidades que varían de acuerdo a las temporadas de recolección de las cosechas; además existe el problema de la hidrólisis enzimática que hace indispensable - su tratamiento térmico a la mayor brevedad posible. Sin embargo la existencia en México de Estados como Sinaloa, Veracruz y Morelos con producciones elevadas de arroz (36, 18 y 13% de la producción nacional, respectivamente para 1966), sugiere la conveniencia de dividir la República en dos zonas para efecto de concentración del pulido:

- 1) Zona del Centro que comprende los Estados de Veracruz, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla y México.
- 2) Zona del Pacífico que incluye a Nayarit, Sinaloa, Colima, Chiapas, Guerrero y Oaxaca.

Esta división permite concentrar en la Zona Centro aproximadamente la tercera parte de la producción nacional de pulido, lo que facilita indudablemente su concentración y tratamiento.

La disponibilidad de pulido en la Zona Centro, de acuerdo con su tendencia de producción, para 1975 es de alrededor de -- 17,000 toneladas (Ver Apéndice II).

Ahora bien, dado que la cantidad de material graso varía de acuerdo con las características del pulido y la clase de arroz del -- que proviene se estimó que en las 17,000 toneladas, existen unas -- 3,000 toneladas de material graso extraíble, considerando el 18% señalado en las propiedades físicas y químicas promedio.

D.- Precios.

La variación del precio del pulido en el transcurso del año - es frecuente y en términos generales ha oscilado alrededor de --- 750.00 pesos por tonelada, según personas relacionadas con la actual industria del arroz en México (6).

TABLA I

CONTENIDO DE LIPIDOS EN LAS PRINCIPALES VARIEDADES
DE ARROZ CULTIVADAS EN LA REPUBLICA MEXICANA

Variedad	Localidad de cultivo	Material graso base seca %
Blue Bonnet	Sinaloa	14.9
Uruapan	Michoacán	14.2
Jojutla	Veracruz	22.1*
Zapata	Morelos	18.7
Jojutla	Morelos	19.1
Blue Bonnet	Sinaloa	15.0
Faney	Sinaloa	15.0

(*) Extracto etereo semi-sólido a temperatura ambiente.

Fuente: Reynoso Ibarra, Irma. - Estudio Preliminar sobre el Aceite y Cera contenidos en el Pulido de Arroz. - Su Estabilidad, sus Características. - Tesis Profesional U.N.A.M. México, D.F. - 1959.

II.- SELECCION Y DESCRIPCION
DEL PROCESO.

E. - Antecedentes de los Problemas Técnicos del Proceso.

Los principales problemas que se presentan en el aprovechamiento del pulido de arroz para la extracción de aceite y cera, están representados por la hidrólisis enzimática de la materia prima que produce la descomposición de las grasas, obligando a que se trata a la mayor brevedad posible en el expansor, la gran cantidad de "finos" existentes en el pulido que obstaculizan la extracción del aceite y la dificultad de eliminar la turbidez que presenta éste debido a la presencia de dichas pequeñas partículas.

En relación con el proceso de producción de aceite, la literatura cita que el clásico de extracción por prensado permite obtener rendimientos del orden del 50%, lo que lo convierte en un procedimiento poco atractivo para las condiciones actuales del mercado nacional de aceites y grasas. Por otra parte, este sistema de extracción obstaculiza la utilización del aceite como comestible, ya que resulta de baja calidad debido a la acidez que presenta, misma que ocasiona pérdidas por refinación hasta del 40% (7). Aún el aceite con baja concentración de ácidos grasos libres, extraído por este método, adquiere una coloración rojiza que es poco agradable al consumidor.

Un proceso originalmente desarrollado para la extracción del aceite de semilla de algodón denominado Filtración - Extracción, vino a resolver en gran parte los problemas anteriormente expuestos para la obtención del aceite a partir del pulido de arroz.

En 1952 se modificó dicho proceso con el propósito de extraer la cera simultáneamente con el aceite y finalmente en 1965 se desarrolló un equipo de expansión y cocimiento de la materia prima (8) que solucionó los problemas de los finos y la hidrólisis enzimática.

F. - Descripción del Proceso.

El pulido de arroz una vez concentrado para procesarse se envía al equipo de expansión, donde se cuece y se expande. Esta unidad del proceso consiste en un recipiente cilíndrico horizontal equipado con un gusano de movimiento rápido. Dependiendo

del material que se alimenta, el gusano puede estar provisto de una camisa de vapor obligando a que la materia prima se cueza sin incrementar su contenido de agua, o bien puede inyectarse vapor directo para el cocimiento. Asimismo el cilindro tiene un número determinado de pequeños orificios por los que el material se extruye. Una vez extruido pasa a un secador de banda del cual sale con una humedad aproximada del 10%. Esta corriente se divide en dos de las cuales una va al almacén y la otra pasa al mezclador de doble gusano, en donde se trata con micela proveniente del segundo lavado de la torta que se forma en el filtro de extracción. Del mezclador se pasa a la unidad de filtración - extracción especialmente diseñada que tiene una parte caliente y otra fría; en la primera se lleva a cabo la extracción selectiva del aceite, la torta se lava tres veces con hexano y avanza hacia la región caliente en donde la cera se extrae a 140°C con el mismo tipo de disolvente.

La pasta húmeda pasa a un secador en el cual se elimina el hexano excedente y la micela que contiene la cera se enfría para lograr que ésta precipite y pueda separarse por centrifugación; finalmente la cera húmeda se pasa a un desolveticador para eliminar el resto del hexano presente.

El flujo de disolvente-aceite pasa a las unidades de recuperación, entrando a un precalentador a un evaporador y de ahí a una torre de destilación en la cual se elimina totalmente el disolvente, saliendo por el fondo de la columna el aceite crudo para enviarse a refinación.

Para el proceso se hace necesaria una unidad de refrigeración que permita mantener durante la extracción en frío temperaturas aproximadas entre 38° y 40°F. Asimismo, en el mezclador de doble aspa donde se trata el pulido con la micela, se debe conservar la temperatura enunciada, ya que una gran proporción del aceite se extrae en esta fase del proceso. Por último, el almacenamiento de la materia prima tratada se lleva a cabo en un cuarto refrigerado; ya que se ha demostrado (3) que a 5°C la descomposición del pulido de arroz por hidrólisis enzimática es mínima.

En el proceso Filtración - Extracción que se representa esquemáticamente en la fig. 1, la materia prima se cuece en el expansor, lo que permite reducir el tiempo de filtración de 30 min. (pulido crudo) hasta 30 ó 60 seg. (pulido cocido). Por otra parte

los rendimientos de los lípidos extraídos se elevan, dejando en la pasta solamente el 1.5% de los originalmente contenidos en la materia prima. Debido a los menores tiempos de extracción, las capacidades de los equipos aumentan y se originan pequeñas pérdidas de disolvente (1%). Finalmente el problema de los finos se elimina ya que (8) el 28.2% del pulido expandido no pasa la malla No. 4 (U.S. estándar) en contraposición con el crudo del cual el 41% se queda en la 40 y el 100% pasa a través de las mallas 4, 5, 6 y 8.

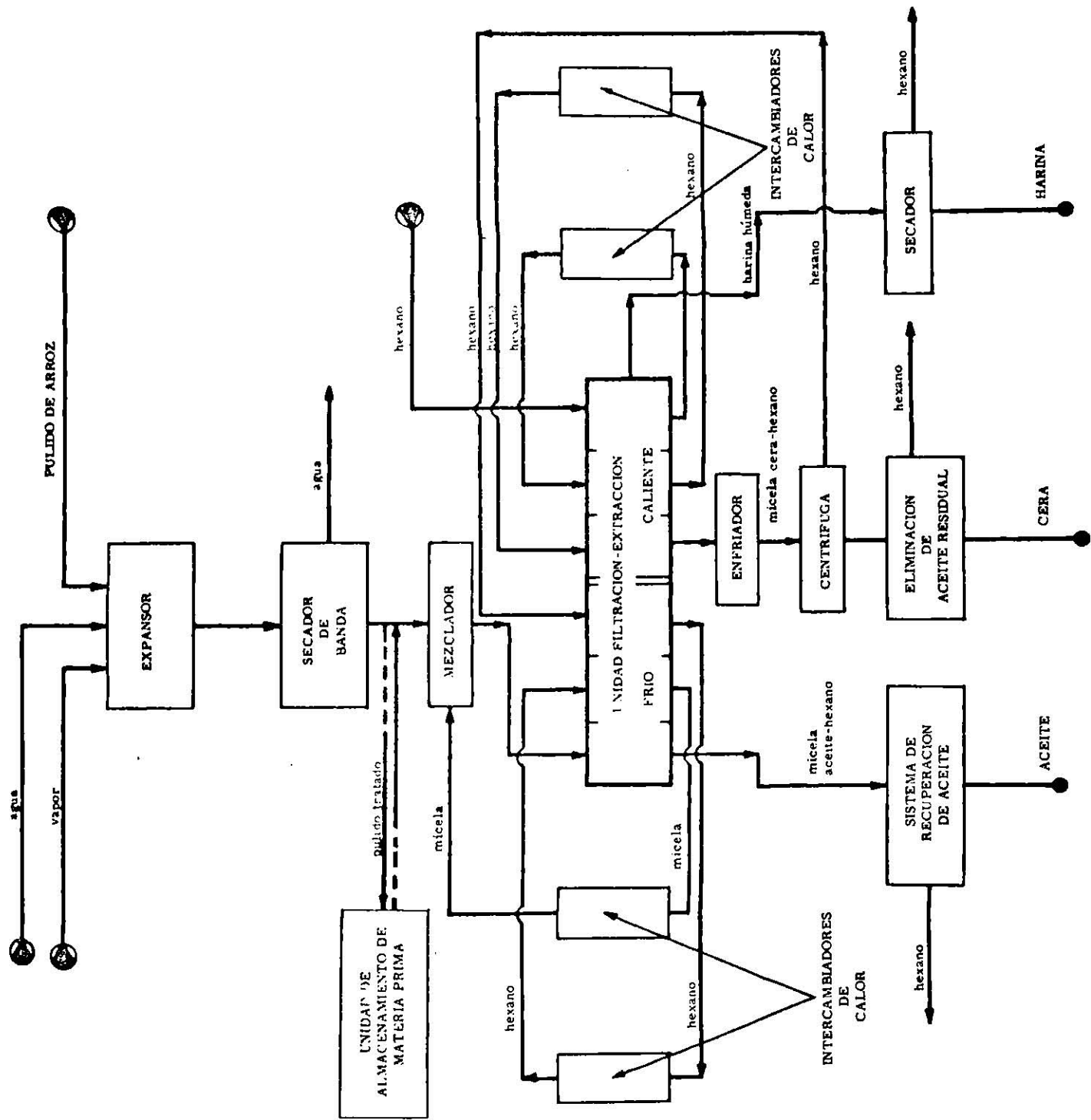


FIG. 1.- DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO FILTRACION-EXTRACCION.

III. - LOCALIZACION Y DETERMINACION
DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA.

G.- Factores que Intervienen en la Localización.

Se consideran tres factores que influyen para localizar la planta en la denominada "Zona Centro". El primero se refiere a la existencia de una amplia red de comunicaciones que permiten concentrar el pulido en el lugar adecuado en un lapso relativamente corto. El segundo se refiere a que en dicha zona se localiza el Estado de México, que junto con el Distrito Federal cuenta con 28 fábricas de aceites vegetales (tabla VII-A), de las cuales algunas son exclusivamente plantas de refinación y dado que el aceite de arroz extraído requiere de este procedimiento la importancia de la Zona Centro se acrecienta.

El tercero y último punto, se relaciona con el hecho de que en esta región se localizan poblaciones próximas a la Capital de la República, que viene a ser el lugar principal de consumo del producto y los subproductos del proceso.

Cada una de las regiones consideradas envía pulido de arroz proveniente de distinta variedad, que consecuentemente tiene diferente velocidad de descomposición. El punto ideal para la localización de la planta, es aquél en el cual toda la materia prima acumulada tiene una concentración mínima de ácidos grasos libres. Empero, la solución de este problema implica un trabajo que queda fuera de los objetivos perseguidos en el presente estudio, por lo que el lugar de localización se definirá tomando en consideración las características de infraestructura de los diferentes Estados pertenecientes a la Zona Centro, así como también los costos de fletes y servicios de que se dispone en ellos, que se muestran en la tabla VI -A del apéndice.

La tabla II muestra que las condiciones climáticas, el costo de combustibles y las disponibilidades de agua y energía eléctrica difieren relativamente poco en la región considerada. Por lo que toca a mano de obra, las diferencias no resultan tampoco muy marcadas, lo que contribuye a que el factor decisivo para definir el punto de localización de la planta en cuestión sea el costo de transporte de la materia prima. Para ello, se estimaron las cantidades que aportarán para 1975 las diferentes regiones productoras de pulido de arroz que pertenecen a la Zona Centro. Estos resultados expuestos en la tabla III se tomaron como base para calcular los de la tabla IV, en la cual se observa que el costo de trans-

porte de toda la materia prima tiene su valor mínimo para el estado de Puebla; sin embargo, en la misma tabla se hace notar que la diferencia de costo entre Morelos y Puebla es de alrededor de \$ 7,000.00 M.N., cantidad que representa apenas el 1% aproximadamente del costo total de transporte.

Por otra parte, la producción de pulido de arroz en el estado de Morelos es alrededor de cuatro veces mayor que la de Puebla, razón que junto con la relativa a la poca diferencia de precios por concepto de transporte, contribuyen a definir el estado de Morelos como el más adecuado para la erección de la planta.

H. - Determinación de la Capacidad de la Planta.

No todo el año se puede contar con la misma disponibilidad de pulido (12). En los meses comprendidos entre mayo y septiembre inclusive, los molinos de arroz producen menores cantidades que durante el período octubre-abril. Para 1966, la contribución de los diferentes estados a la producción de pulido durante el segundo ciclo (12) fue como sigue:

Morelos:	20 Ton/día.
Veracruz:	20 Ton/día.
Otros:	15 Ton/día.

Para el período mayo-septiembre se cree que la cantidad total en los estados de la llamada Zona Centro no resulta mayor a 15 Ton/día. Así, para 1966, la producida en dicha región durante los 200 días correspondientes al segundo ciclo, constituyó el 83% de la producción total para ese mismo año.

Para estimar la disponibilidad de la materia prima en 1975, se supone que los porcentajes relativos a la producción anual en los períodos de recolección de cosechas son los mismos que para 1966.

De acuerdo con el cálculo de la tendencia de producción de arroz Palay en la Zona Centro, (Ver Apéndice II), se estima que para 1975 se contará con 17,000 toneladas de pulido, de las cuales el 83% corresponderá al producido durante los 200 días que comprende el período octubre-abril y el 17% restante al que se obtiene en el período mayo - septiembre.

De lo anterior se desprende que la planta tendrá una - capacidad suficiente para procesar las 17,000 toneladas de pulido en los 350 días considerados.

$$\text{Capacidad: } \frac{17,000}{350} = 48.5 \text{ aproximadamente } 50 \text{ Ton/día.}$$

Debido a que la disponibilidad de la materia prima no es uniforme a lo largo del año de trabajo, se hace necesario almacenar 4,000 toneladas de pulido durante el período octubre - abril en el cual se producen 70 toneladas por día, de tal manera que el inventario de materia prima que se tiene para fines del mes de abril, sumado a las 3,000 toneladas, producidas en los 150 días correspondientes al ciclo mayo - septiembre, no altere la capacidad de 50 Ton/día estimada para la planta en cuestión, lo que se muestra mediante los cálculos siguientes:

Cantidad producida durante los meses:

$$\text{Octubre - Abril: } 70 \frac{\text{Ton.}}{\text{día}} \times 200 \text{ días} = 14,000 \text{ toneladas}$$

Cantidad procesada en este

$$\text{período: } 50 \frac{\text{Ton.}}{\text{día}} \times 200 \text{ días} = 10,000 \text{ toneladas.}$$

Cantidad almacenada: 4,000 toneladas.

Cantidad producida en los meses:

$$\text{Abril - Septiembre: } 20 \frac{\text{Ton.}}{\text{día}} \times 150 \text{ días} = 3,000 \text{ Toneladas}$$

Cantidad procesada en este período: 7,000 toneladas.

$$\text{Capacidad estimada para este ciclo: } \frac{7,000}{150} = 47.5 \text{ toneladas.}$$

Como el pulido de arroz para ser almacenado requiere de un tratamiento previo en el expansor y en el secador; estos dos equipos se calculan en el apéndice IV con base a la capacidad de -

70 toneladas por día, y el resto de la planta con capacidad de 50 toneladas, dando además un margen de seguridad en cada uno de los equipos del 20%.

TABLA II

RELACION DE SERVICIOS EN LOS ESTADOS DE LA DENOMINADA "ZONA CENTRO"

	Veracruz	Jalisco	Michoacán	Morelos	Puebla	México
1) Energía Eléctrica						
a) Disponibilidad	S 60	S 60	S 60	S 50	S 60	S 60
b) Frecuencia (ciclos/seg)						
2) Costo de Combustibles						
a) Diesel (pesos/lt)	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
b) Combustóleo Bunker (\$/m ³)	111.23	-	-	-	-	-
c) Gas Natural (\$/m ³)	0.1007	0.1454	-	-	0.1229	-
3) Agua						
a) Disponibilidad de río	-	-	-	-	-	-
b) Disponibilidad de pozo	A	S	L	A	S	-
c) Profundidad media de pozos (m)	24	75	100	80	25	115
d) Dureza media (p.p.m.)	150	100	140	120	56	60
4) Mano de Obra						
a) Disponibilidad no especializada	S	A	S	S	A	S
b) Disponibilidad especializada	L	S	L	L	L	S
c) Salario Mínimo: Pesos/día	26.00	22.50	19.50	21.50	21.00	21.00
e) Salario Promedio: Pesos/día		25.0		25.00		
5) Clima						
a) Temperatura máxima (OC)	39	36	31	34	30	24
b) Temperatura mínima (OC)	12	3	1	6	1	-2
c) Temperatura media (OC)	25	20	18	21	17	13
d) Lluvias (m.m./año)	1,800	1,025	1,000	1,000	870	800
6) Población						
a) Miles de habitantes	45	1,200	130	180	300	80

Notas: A = abundante S = suficiente
L = limitado - = no existe el servicio

Fuente: Rojo y de Regil, Eduardo, - Factores que deben ser considerados en la promoción de un negocio mediano en México. Segunda Reunión Conjunta IMIQ-AICHE. - Pag. 1:2:3. - Apéndice. México. D. F. (1967).

TABLA I I I

DISTRIBUCION Y PRODUCCION DE LOS MOLINOS DE ARROZ POR ENTIDADES
(Datos de 1965)

Entidad	No. de Establecimientos	Capital Invertido (miles de pesos)	Producción Bruta (miles de pesos)	Producción de - Materia Prima. (Ton.)
Colima	4	2 002	1 189	(2)
Chiapas	5	1 409	1 085	(2)
Michoacán	5	1 145	2 909	2, 000
Morelos	11	44 435	64 251	5, 000
Puebla	3	8 522	10 074	1, 000
Sinaloa	10	63 473	63 022	(2)
Tabasco	4	1 685	420	(2)
Veracruz	9	32 565	70 674	6, 000
Guerrero y México	4	4 963	8 997	1, 000 (3)
Jalisco y Nayarit	4	1 681	2 202	2, 000
Total:	59	161 880	224 823	17, 000

(1) Estimadas para 1975 según apéndice II

(2) No se consideran en la "Zona Centro"

(3) Sólo en México

Fuente: Secretaría de Industria y Comercio

VIII Censo Industrial (1966)

México, D.F. (1967)

TABLA IV

COSTOS DE TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA ENTRE LOS ESTADOS
PERTENECIENTES A LA ZONA CENTRO

Entidad	Cantidad a Transportar* (Ton.)	a Veracruz \$	a Jalisco \$	a Michoacán \$	a Morelos \$	a Puebla \$	a México \$
de Veracruz	6,500	---	675,000	565,500	316,500	174,300	344,000
de Jalisco	1,500	168,300	---	90,900	148,200	153,300	124,425
de Michoacán	2,500	235,625	151,500	---	181,875	197,875	108,375
de Morelos	5,000	263,750	494,000	363,750	---	134,000	166,500
de Puebla	1,000	29,050	102,200	79,150	26,800	---	40,000
de México	<u>1,000</u>	<u>57,400</u>	<u>82,950</u>	<u>43,350</u>	<u>33,300</u>	<u>40,000</u>	---
T o t a l	17,000	754,125	1,505,650	1,142,650	706,675	699,675	783,700

(*) Estimada para 1975

IV.- COSTOS Y ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO.

En el presente capítulo no se pretende diseñar los equipos que intervienen en el proceso, sino únicamente determinar el valor de aquellas variables que permiten estimar en forma aproximada el costo de los mismos. Para el caso de la unidad de Filtración-Extracción, el precio, incluyendo el costo de los equipos para la recuperación del aceite y la pasta se estimó directamente con datos de la literatura (18).

En las partes III y IV del apéndice, se exponen detalladamente la determinación cuantitativa del balance de materiales del proceso que se observa en forma condensada en la fig. 3, y el cálculo de los equipos cuyas características respectivas se resumen en la Tabla V.

Los costos que en ésta aparecen, incluyen el de instalación y la corrección para 1975 por el índice Chemical Engineering (13), haciendo la aclaración que en ciertos casos se utilizaron índices como el Engineering News Records ó, Marshall - Stevens, lo cual se advierte en la sección respectiva del apéndice.

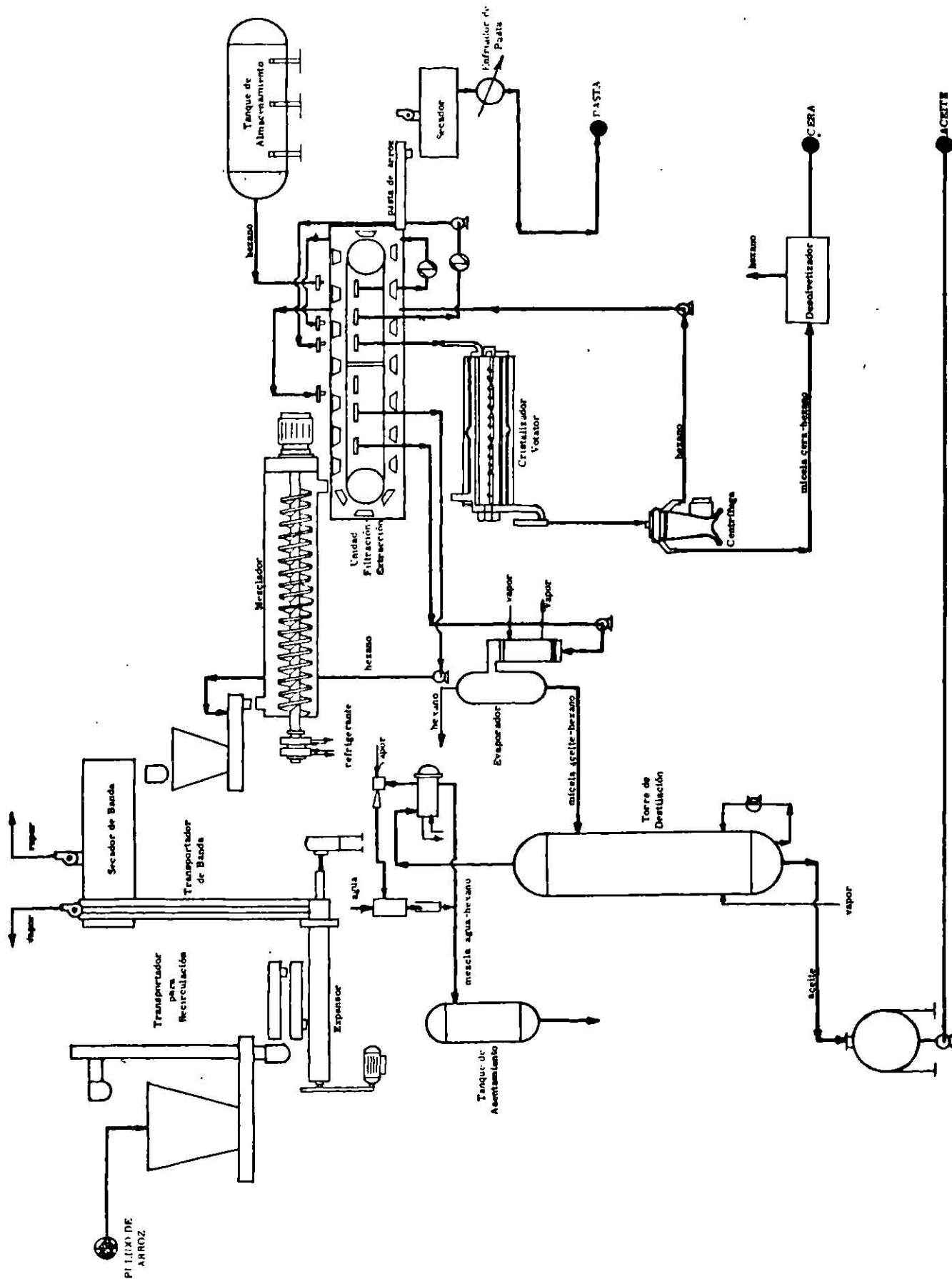


FIG. 2.- DIAGRAMA DE EQUIPOS DEL PROCESO FILTRACION - EXTRACCION.

PRODUCTOS

EN PROCESO

MATERIAS PRIMAS

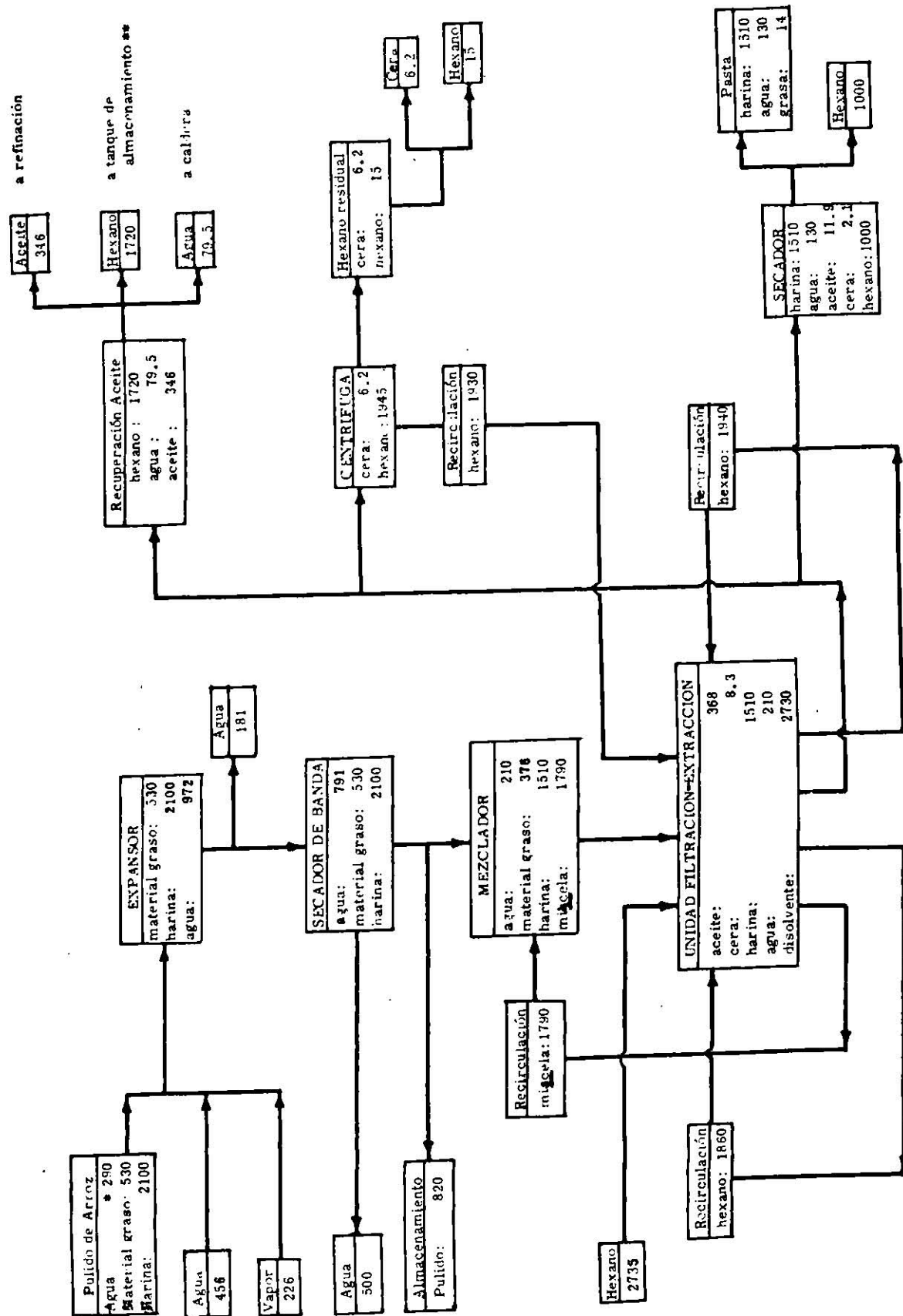


FIG. 3.- BALANCE DE MATERIALES DEL PROCESO FILTRACION-EXTRACCION PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE 50 TON/DIA DE PULIDO DE ARROZ (* Unidad: Kg/br.) (** En todo el proceso se tienen pérdidas de hexano del 1%)

TABLA V

RELACION DEL EQUIPO EMPLEADO EN LA PLANTA DE EXTRACCION DE ACEITE A PARTIR DE PULIDO DE ARROZ

Capacidad 50 Ton día de pulido procesado

1.- Banda transportadora de materia prima al expansor, capacidad 3,5 ton/Hr, longitud 10 m, ancho 23 cm, accionado por motor de 3/4 HP.	33,600.00
2.- Equipo expansor con cilindro de 20.3 cm, de diámetro y longitud de 2.4 m, accionado por motor de 100 HP de 1200 r.p.m.	425,000.00
3.- Transportador de banda del expansor al secador de 10 m de longitud, ancho de 20 cm, accionada por motor de 1 HP y capacidad de 4 Ton. Hr.	35,000.00
4.- Secador de banda de aire caliente, con capacidad de evaporación de 600 Kg. de agua por hora.	670,000.00
5.- Transportador de gusano del secador al mezclador con capacidad de 2.5 Ton/Hr, longitud de 5 m, diámetro de 15 cm, con motor de 1/4 HP.	20,000.00
6.- Transportador de banda de materia prima del secador al almacén, con capacidad de 1 Ton. Hr, longitud de 30 m, ancho 15.4 cm, accionado por motor de 3/4 HP.	
7.- Mezclador tipo Holo-flite, Modelo ID 2414-6.	360,000.00
8.- Unidad de Filtración-Extracción incluyendo los equipos para el sistema de recuperación de pasta y aceite, que constan de un secador de aire caliente, un evaporador, una torre de destilación de platos, tanques de almacenamiento de aceite y hexano, y almacén de pasta extractada.	1,870,000.00
9.- Seis bombas centrífugas tipo 3/4 ECS - 50 de 3 600 r.p.m. (22)	21,000.00
10.- Un cristalizador con aspas barredoras marca Votator, con área de 6.5 m ² .	86,500.00
11.- Centrífuga tubular, de operación continua, con diámetro de tazón de 15 cm, velocidad de 15,000 r.p.m., accionada por motor de 3-HP.	80,000.00
12.- Unidades de eliminación del aceite residual en la cera, incluyendo un evaporador y un desolveticizador.	67,000.00
13.- Sistema de procesamiento de pasta recuperada, con enfriador de aire y unidad de molienda.	430,000.00
14.- Cinco intercambiadores de calor, de horquillas, utilizando tubos I. P. S. de 2 x 1 1/4 in. de 10 ft. de longitud con área total de transmisión de 23 m ² .	41,000.00
Inversión total en equipo.	<u>4,204,100.00</u>

V. - SITUACION DEL MERCADO DEL PRODUCTO Y
SUBPRODUCTOS EXTRAIDOS A PARTIR DEL
PULIDO DE ARROZ.

I. - Aceite de Arroz.

En México, el mercado de aceites comestibles puede calificarse de difícil al tratar de introducir un nuevo producto dentro de él, debido a la existencia de aceites como el de cártamo y el de ajonjolí con propiedades que los colocan en una situación ideal dentro de la competencia. Por otra parte, como se observa en la fig. 5, el mercado actual tiende a una pronta saturación y no se justifica la creación de una planta de extracción de aceite con propiedades similares a los ya existentes. Sin embargo, existen varios factores que a continuación se enumeran, los cuales contribuyen a no descartar las posibilidades de aplicación del aceite de arroz en el campo alimenticio:

a) Debido a que las 2,920 toneladas de aceite producidas en la planta en cuestión integran una cantidad muy pequeña -- comparada con la producción nacional, se puede pensar en la posibilidad de dar al aceite de arroz el carácter de "aceite selecto" -- comercialmente hablando; lo cual puede no resultar difícil si se considera que este aceite puede sustituir parcialmente al de oliva (36) importado en escala considerable (31).

b) Considerando que el arroz es una de las gramíneas de mayor consumo en México en lo que se refiere a alimentación, se propone relacionar el empleo del aceite con la preparación de platillos donde intervenga el primero, lo cual pudiera contribuir a una buena aceptación del aceite de arroz en el mercado.

c) En caso de que el consumo del aceite se viera limitado dentro de la rama de los aceites de cocina, existe la posibilidad de enfocar su uso para margarinas, pastas hojaldradas y en saladas que caen también dentro de la utilización como comestible.

Aún en la situación de no poder aplicar el aceite como tal, es posible que encuentre aceptación en otras fuentes de consumo como en cosméticos, productos farmacéuticos, aceites -- esenciales y lubricantes, lo cual implica la necesidad de los estudios de mercado respectivos.

Precios.

Los precios de los aceites comestibles varían mucho en el transcurso del año. Este hecho se debe a la gran variedad de semillas oleaginosas que se cultivan en México, ya que las cantidades de aceite extraído de ellas dependen directamente de la magnitud de las cosechas.

Sin embargo, dada la pequeña cantidad de aceite de arroz extractable y las características propias del mismo que lo hacen destacar como un aceite de buena calidad tanto alimenticia como industrial, se considera que este aceite no se vería envuelto por el mercado de los provenientes de semillas oleaginosas.

En los Estados Unidos el precio del aceite de arroz decolorado es de \$ 7.00 el kilogramo, superior al de los aceites de algodón y soya refinados (14).

Debido a que no existe dentro del mercado mexicano aceite de arroz se estima que el precio de venta del aceite crudo sea de 7,000.00 \$/Ton., con base en el precio al cual se cotiza actualmente en los Estados Unidos. En esta consideración interviene también el hecho de que el aceite de arroz, puede sustituir parcialmente al aceite de oliva el cual actualmente tiene un precio de \$ 10.00 el kilogramo, aproximadamente, según datos de la Cámara Nacional de Aceites, Grasas y Jabones.

J. - Pasta de Arroz.

En la actualidad la fuente principal de consumo para las pastas residuales de extracción de aceites comestibles es su empleo en la fabricación de alimentos balanceados para ganado. La concentración proteínica es lo que constituye el valor alimenticio de este subproducto para utilizarlo en la alimentación ganadera, y ese contenido en proteínas también determina su precio de venta.

Se están importando actualmente grandes cantidades de harina de pescado provenientes del Perú que por tener concentraciones proteínicas superiores al 60% están desplazando a las pastas de extracción de aceites producidos en México. Estas importaciones aparentemente están sujetas a convenios internacionales; sin embargo, el pulido de arroz crudo, ha encontrado aceptación den

tro de este mercado ya que no se requiere la utilización de materias primas de tan elevado contenido proteínico para la elaboración de este tipo de alimentos.

Precios.

Los costos de las pastas de extracción de aceite varían mucho en el transcurso del año por lo que es difícil tratar de establecer una tendencia de precios. El pulido de arroz se cotiza actualmente (6) a \$ 750.00 la tonelada. Este material tiene un aceite que seguramente se encuentra parcial o totalmente descompuesto, por lo que el aprovechamiento como forraje, - estará limitado dependiendo de la cantidad de ácidos grasos libres que contenga.

Una vez extraído el aceite, el porcentaje proteínico del salvado de arroz aumenta y como su acción enzimática se neutraliza, las aplicaciones en alimentos para animales, se ven favorecidas. Con fines de estimación, se propone que el precio de la pasta de pulido de arroz sea de \$ 800.00 la tonelada considerando que pastas de extracción de otros aceites con similar contenido en proteína pero mayor en grasa tienen precios superiores a los \$ 1,000.00.

K. - Cera Extraída del Pulido de Arroz.

En México la cera de carnauba se ve sustituida en gran proporción por la de candelilla. Sin embargo en los últimos años se han registrado las siguientes importaciones de la primera:

Año	Importación	Valor
1963	69.43 Ton.	880,378 pesos
1964	149.05 Ton.	2,041,667 pesos
1965	138.25 Ton.	1,759,347 pesos
1966	154.24 Ton.	1,629,802 pesos

Fuente: Anuarios de Comercio Exterior.

Estas cantidades permiten suponer que las 52 toneladas de cera de arroz anualmente producidas por la planta en cuestión en contrarán posibilidades satisfactorias de mercado.

Los diferentes usos que se pueden dar a la cera extraída - a partir del pulido de arroz son muy variadas, resaltando por su importancia la utilización como cera para pulir, en acabados, para la elaboración de cubiertas comestibles, no comestibles, impermeabilizantes y lubricantes.

Precios.

No se tiene conocimiento de que en México se produzca cera de carnauba, ya que casi la totalidad del mercado lo absorbe la de candelilla. Por esta razón se estima que el precio de venta de la cera de arroz cruda puede oscilar alrededor del costo del cerote de candelilla que desde 1962 a la fecha no ha variado y se mantiene en \$ 9.00 el kilogramo.

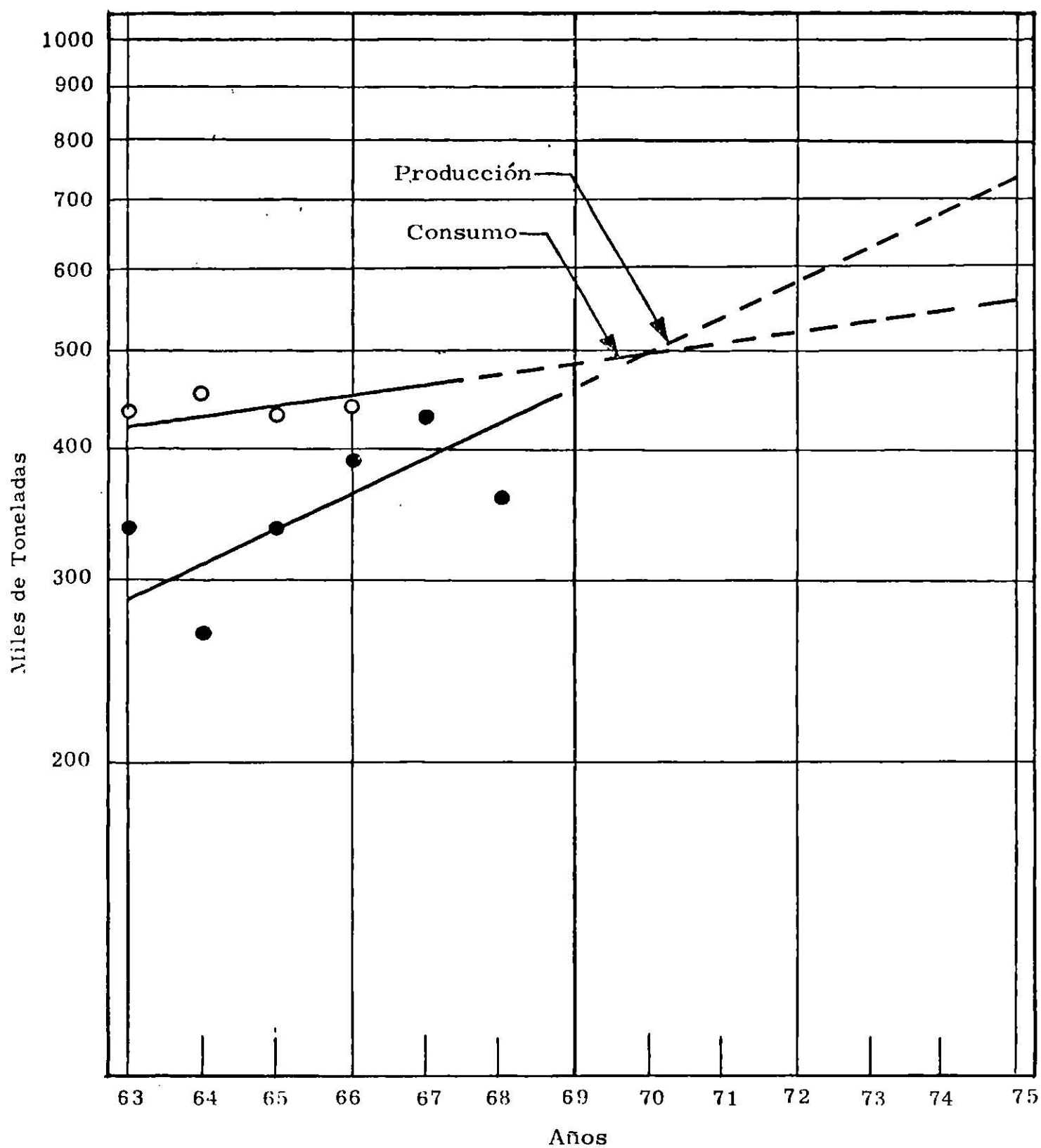


FIG. 4.- PRODUCCION Y CONSUMO DE ACEITES VEGETALES EN LA REPUBLICA MEXICANA

VI. - ASPECTOS ECONOMICOS
DEL PROYECTO.

L. - Estimación de la Inversión Fija.

1) Equipo Instalado

El costo del equipo se estima detalladamente en la sección IV del apéndice y asciende a \$ 4,204,100.00

2) Instrumentación

El costo de la instrumentación de la unidad de Filtración - Extracción incluyendo los sistemas de recuperación de aceite y pasta es de \$ 81,500.00 para 1952(18), cantidad que es estimada para 1975 es de: \$ 123,000.00

Para el equipo de recuperación de cera (10) el costo de los instrumentos necesarios ascienden a \$ 11,300.00 para 1955, el cual para 1975 se estima que sea de \$ 15,500.00. El costo del expansor incluye la instrumentación por lo que el monto total de este renglón es de: \$ 134,000.00

3) Tubería

Para la unidad de Filtración - Extracción incluyendo los sistemas de recuperación de aceite y cera el costo según la literatura (18) es de \$ 310,000.00, que estimado para 1975 es de: \$ 470,000.00

Para la sección de recuperación de cera, el costo de la tubería se estima como el 20% de la inversión en los siguientes conceptos:

a) Unidad de refrigeración	\$ 376,000.00
b) Cinco intercambiadores de calor:	41,000.00
c) Cristalizador:	86,500.00
d) Centrífuga:	78,000.00
e) Bomba de descarga de la centrífuga:	3,500.00
f) Evaporador y accesorios:	45,000.00
g) Cuarto refrigerado:	260,000.00
h) Desolveticador:	22,000.00

i) Aislante del filtro y mezclador	30,000.00
j) Instrumentación de centrífugas y equipo de eliminación de disolvente:	15,500.00
k) Tres tanques con 3 bombas para la vados extras del filtro (10)	<u>36,000.00</u>
Total:	\$ 993,500.00

Costo de la tubería: $0.2 \times 993,500 = 198,700.00$

El costo total de tubería se estima en \$ 668,700.00 para toda la planta.

4) Aislante

Por concepto de aislante para las secciones de recuperación de aceite y pasta, el costo está incluido en el factor utilizado para instalación (18). Para la sección de recuperación de cera, el aislante del filtro y del mezclador se estima en un costo de \$ 35,000.00 para 1975 corregido por el factor Chemical Engineering.

5) Líneas Externas

Bajo este concepto quedan incluidas las líneas de tubería externa al área del edificio y las de alimentación eléctrica de la planta. Este concepto (18) es del orden de 6.5% del equipo instalado:

$$0.065 \times 4,200,000.00 = \$ 273,000.00$$

6) Terreno y Edificio.

Se estima que el terreno necesario para la planta, tomando como base el ocupado por una fábrica de aceite de arroz en Japón (38), es de $2,000 \text{ m}^2$. El costo del predio se supone de \$ 120.00 el m^2 , por lo que la inversión en terreno estimada es de \$ 240,000.00

La distribución del terreno se propone en la siguiente forma:

Nave de extracción:	150 m^2 .
Almacenes :	400 m^2 .
Sala de caldera:	20 m^2 .
Oficinas :	150 m^2 .

Costo de edificios para 1969:

Para extracción:	\$ 75,000.00
Para oficinas :	150,000.00
Almacén refrigerado para materia prima :	260,000.00
Almacén de productos terminados:	100,000.00
	<hr/>
Costo total de edificios:	585,000.00

7) Servicios

Caldera de 100 caballos para producir vapor de 4.25 Kg/cm² (60 psig. de presión) incluyendo instrumentación: 154,600.00

Sistema de refrigeración con capacidad de 54 toneladas por hora incluyendo torre de enfriamiento, tubería e instalación: 376,000.00

Tanque de almacenamiento de combustible de 90 m³. de capacidad: 75,000.00

Sistema de bombeo de agua de pozo con capacidad de 8,700 lt./Hr. 130,000.00

Subestación eléctrica de 150 KVA: 30,000.00

Total de Servicios: 765,600.00

Con las cantidades anteriores se estima que el Costo Físico de la planta es de: \$ 6,904,800.00

8) Ingeniería y construcción.

De acuerdo con la referencia (39) se considera 20% del Costo Físico de la planta: \$1,380,960.00

Costo Directo : 8,285,760.00

9) Cargo por construcción

Se estima en 7% del costo directo: 580,000.00

10) Contingencias

Se considera como el 15% del costo directo: 1,242,864.00

La Inversión Fija para la planta en cuestión
es: 10,108,624.00

En la Tabla VII se resumen los renglones de la estimación del Costo Físico de la planta.

M. - Estimación del Costo de Producción

Se ha considerado conveniente estimarlo sobre la producción anual de aceite de arroz, y los principales renglones son los siguientes:

1) Materias Primas

Pulido de arroz procesado:	17,000 Ton.
Costo del pulido de arroz:	12,800,000.00
Transporte de pulido a la planta:	1,000,000.00
Costo del hexano considerando pérdidas del 1%:	
330,000 lt. x 0.95(*) \$/lt. =	314,000.00

2) Mano de Obra

Con base en datos bibliográficos de una planta de extracción de aceite de arroz (38) se estima que en tres turnos de trabajo de 8 Hr. se requiere el personal que se estipula en la Tabla VI.

(*) Hexano puesto en Cuernavaca.

TABLA VI

RELACION DE LA MANO DE OBRA ESTIMADA PARA EL PROCESO

Mano de Obra Directa	Por Turno	Por Día	Salario Mensual (\$)	Salario Anual (\$)
Obreros	10	30	1,000.00	360,000.00
Obreros Calificados	5	15	1,500.00	270,000.00
Total Mano de Obra Directa:	15	45		630,000.00
Mano de Obra Supervisión			Honorarios Mensuales	Honorarios Anuales
Jefe de la Planta	-	1	8,000.00	96,000.00
Jefe de Supervisión	-	1	10,000.00	120,000.00
Total Mano de Obra Supervisión	-	2	18,000.00	216,000.00

3) Mantenimiento

Se estima como un costo equivalente al 6% de la inversión fija (39).

Costo de mantenimiento:
 $0.06 \times 10,108,624.00 = \$ 606,500.00$

4) Artículos de Planta

En la bibliografía (39) se estipula que este renglón es aproximadamente el 15% del costo de mantenimiento.

$0.15 \times 606,500.00 = 91,000.00$

5) Regalías y Patentes

Se consideran como el 5% sobre las ventas netas.

Cargo por pago de regalías: 1,800,000.00

6) Servicios

Agua utilizada anual
 $60,500 \text{ m}^3 \times 0.20 \text{ \$/m}^3 = 12,100.00$

Electricidad
 $1,680,000 \text{ Kw-Hr} \times 0.17 \text{ \$/Kw-Hr} = 286,000.00$

Combustible
 $8,400 \text{ lt.} \times 0.2 \text{ \$/lt.} = 1,680.00$

Refrigeración
 $370,000 \text{ Ton.} \times 0.41 \text{ \$/Ton.} = 154,000.00$

Vapor
 $5,000 \text{ Ton.} \times 20 \text{ \$/Ton.} = 100,000.00$

La estimación del cargo por refrigeración se efectuó con base en la literatura (19) en que se establece un costo de \$ 10.00 por tonelada de refrigeración, al día.

7) Prestaciones

Se estima el 25% sobre el total de mano de obra.

$0.25 \times \$ 960,000.00 = \$ 240,000.00$

8) Laboratorio

Se consideran dos personas con percepciones de \$4,000.00 mensuales cada una y un obrero calificado con sueldo de - - - \$1,500.00. El costo anual de laboratorio se estima con base en lo anterior de: \$114,000.00

9) Sobrecargos de Planta

Se consideran (39) el 50% sobre la mano de obra directa:
 $0.50 \times \$630,000.00 = \$315,000.00$

10) Transporte

Se considera aproximadamente 50.00 \$/Ton. el costo de transporte en carrotanque de 26,000 lt, de Cuernavaca al Estado de México, lugar de consumo probable del aceite crudo, por lo que se estima que el cargo por concepto de transporte es de \$146,000.00

Los puntos 6, 7, 8, 9 y 10 generan el Costo de Producción Indirecto que asciende a \$1,363,780.00

11) Depreciación

Se considera una depreciación para edificios de 5% a 20 años y para el equipo de 10% en 10 años.

Depreciación de edificios:	\$ 29,000.00
Depreciación de equipo:	<u>608,000.00</u>
Total de depreciación:	\$ 637,000.00

12) Impuestos

Se considera el impuesto relativo al predio que se estimó en 1% sobre el valor del terreno

Cargo por impuestos: \$ 2,400.00

13) Seguros

Para el edificio, las primas* que se pagan contra incendio, explosión y temblor son las siguientes:

(*): Investigación personal directa.

Incendio:	2.8 pesos/millar asegurado
Planta alta:	0.5 pesos/millar asegurado
Explosión:	0.3 pesos/millar asegurado
Temblor :	<u>1.23 pesos/millar asegurado</u>
Total:	4.83 pesos/millar asegurado

Prima por concepto de edificios: $4.83 \times 585 = \$ 2,820.00$

En cuanto al seguro del equipo se considera* :

Incendio:	5.00 \$/millar.
Temblor:	1.00 \$/millar.
Total:	<u>6.00 \$/millar.</u>

Considerando que esta cantidad se pague por el costo físico excluyendo el terreno y edificios se estima que el seguro de equipo tiene un costo de:

$$6.00 \times 6,000.00 = \$ 36,000.00$$

El Costo Fijo de Producción considerando los renglones 11, 12 y 13 se estima de: \$678,220.00

El costo total de producción se resume en la Tabla VIII que se expone al finalizar el capítulo.

N. - Estimación del Capital de Trabajo

1) Inventario de Materias Primas

Se consideran 3 meses de almacenamiento de pulido de arroz ya que la disponibilidad disminuye en una determinada época del año. El valor de esta materia prima almacenada será de:

$$4,500 \text{ Ton.} \times 790.00 \text{ $/Ton.} = \$ 3,560,000.00$$

Considerando un cargo por transporte de \$ 40.00 por tonelada en promedio.

(*): Investigación personal directa.

Para el caso del hexano, suponiendo unas pérdidas del 1% se estima un inventario correspondiente a un mes de trabajo:

Cantidad perdida en un mes: 995 lt. x 0.95	\$ 945.00
Carga de un día de proceso: 99,500 lt. x 0.95	<u>94,500.00</u>
Total de inventario de hexano:	\$ 95,445.00

2) Inventario de Productos Terminados

Se considera un mes de producto terminado al costo de producción:

Aceite: 250 Ton. x 6 678.00 \$/Ton. =	\$ 1,669,500.00
Cera : 4.5 Ton. x 375,000.00 \$/Ton. =	1,687,500.00
Pasta : 1160 Ton. x 1,450.00 \$/Ton. =	<u>1,682,000.00</u>
Total de Inventarios:	\$ 5,039,000.00

3) Créditos a Clientes

Se considera un mes de producción al precio de venta:

Aceite: 250 x 7 000.00 \$/Ton. =	1,750,000.00
Cera: 4.5 x 9 000.00 \$/Ton. =	40,500.00
Pasta: 1,160 x 800.00 \$/Ton. =	<u>930,000.00</u>
Total:	2,720,500.00

4) Efectivo en Caja

Se considera un mes de costo de producción es decir:

\$ 1,672,000.00

Considerando los puntos anteriores se estima - que el capital de trabajo es de:

\$ 13,086,950.00

En la Tabla IX localizada al final del capítulo se condensan los renglones que intervienen en la estimación de la inversión total.

O.- Estimación de los Gastos Generales (39)

1) Gastos de Administración

Se consideran el 2% del costo de producción anual, es decir:

$$0.02 \times \$ 19,504,500.00 = \$ 390,000.00$$

2) Gastos de Venta

Se estima que dado que se trata de productos nuevos, requieren una fuerte promoción mercantil por lo que se considera el 20% sobre costo de producción:

$$0.2 \times \$ 19,504,500.00 = 3,900,000.00$$

3) Gastos Financieros

Se desconoce la forma de financiamiento de esta empresa, sin embargo dado que se trata del beneficio de un producto agrícola se supone lo siguiente:

- a) El 60% de la inversión total se aportaría por los socios inversionistas,
- b) El 40% restante se obtendría a través del Fondo de Garantía para la Pequeña y Mediana Industria con un interés del 10% anual sobre saldos insolutos.

De acuerdo con esto:

Capital refraccionario:

$$0.4 \times 23,196,000.00 = \$ 9,278,000.00$$

Gastos financieros al primer año: 928,000.00

Los gastos generales considerando los tres puntos anteriores arrojan un total de: 5,218,000.00

P.- Estado de Perdidas y Ganancias

El estado de pérdidas y ganancias suponiendo que la planta operase a una capacidad del 100%, se muestra en la tabla X.

TABLA VII

CONDENSACION DE LOS RENGLONES QUE INTERVIENEN EN LA
ESTIMACION DEL COSTO FISICO

1.- Equipo instalado:	\$ 4,204,100.00
2.- Instrumentación:	134,000.00
3.- Tubería:	668,700.00
4.- Aislante:	35,000.00
5.- Lineas externas:	273,000.00
6.- Terreno y edificio:	825,000.00
7.- Servicios:	<u>765,000.00</u>
 COSTO FISICO	 <u><u>\$ 6,904,800.00</u></u>

TABLA VIII
RENGLONES QUE INTERVIENEN EN EL COSTO DE PRODUCCION

	Estimación Anual	Estimación por Tonelada de aceite.
1.- Materias primas	14,114,000.00	4,833.00
2.- Mano de obra directa	630,000.00	216.00
3.- Mano de obra supervisión	216,000.00	73.00
4.- Mantenimiento	606,500.00	208.00
5.- Artículos de planta	91,000.00	31.00
6.- Regalias y patentes	1,800,000.00	616.00
COSTO DIRECTO DE PRODUCCION:	17,457,500.00	5,977.00
7.- Servicios	553,780.00	190.00
8.- Prestaciones	240,000.00	82.00
9.- Laboratorio	114,000.00	39.00
10.- Sobrecargos de planta	315,000.00	108.00
11.- Transporte	146,000.00	50.00
COSTO DE PRODUCCION INDIRECTO	1,368,780.00	469.00
12.- Depreciación	637,000.00	218.00
13.- Impuestos	2,400.00	1.00
14.- Seguros.	<u>38,820.00</u>	13.00
COSTO FIJO DE PRODUCCION	678,220.00	232.00
	<u>678,220.00</u>	
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	\$ 19,504,500.00	\$ 6,678.00

TABLA IX

RESUMEN DE LOS COSTOS INVOLUCRADOS EN LA INVERSION TOTAL

1.- Costo Físico	6,904,800.00	
2.- Ingeniería y Construcción	<u>1,380,960.00</u>	
COSTO DIRECTO		8,285,760.00
3.- Cargo por Construcción	580,000.00	
4.- Contingencias	<u>1,242,864.00</u>	
INVERSION FIJA		10,108,624.00
5.- Inventario de Materias Primas	3,655,445.00	
6.- Inventario de Producto Terminado	5,039,000.00	
7.- Crédito a Clientes	2,720,000.00	
8.- Efectivo en Caja	<u>1,672,000.00</u>	
CAPITAL DE TRABAJO		13,087,000.00
INVERSION TOTAL		\$ 23,195,624.00

TABLA X

Estado de Pérdidas y Ganancias

Ventas de aceite: 2920 x 7000 =	20,440,000.00
Ventas de pasta : 13 450 x 800 =	10,760,000.00
Ventas de cera : 52 x 9000 =	<u>4,680,000.00</u>
Ventas netas: \$	35,880,000.00
Impuestos sobre ingresos mercantiles (3% V. netas):	<u>1,076,000.00</u>
Ventas brutas: \$	34,804,000.00
Costo de producción:	<u>19,504,500.00</u>
Utilidad bruta: \$	15,299,500.00
Gastos generales:	<u>5,218,000.00</u>
Utilidad neta: \$	10,081,500.00
Impuesto sobre la renta (42% de la - utilidad neta):	<u>4,234,230.00</u>
Utilidad después de impuestos: \$	5,847,270.00
Rentabilidad después de impuestos sobre inversión total:	
$R = \frac{5,847,000 \times 100}{23,196,000} = 25.2\%$	

Q.- Capacidad Mínima Económica de Operación

Para la estimación de la capacidad mínima económica de la planta se procede a la determinación de los costos fijos que se utilizan en la construcción de la gráfica del punto de equilibrio - que se muestra en la fig. 5

COSTOS FIJOS DE PRODUCCION:

1) Depreciación (100% fijo):	\$ 637,000.00
2) Impuesto predial (100% fijo):	2,400.00
3) Seguros (100% fijo):	38,820.00
4) Mano de obra directa (90% fijo):	567,000.00
5) Mano de obra supervisión (100% fijo):	216,000.00
6) Mantenimiento (100% fijo):	606,500.00
7) Artículos de planta (80% fijo):	73,000.00
8) Prestaciones (90% fijo):	216,000.00
9) Laboratorio (50% fijo):	57,000.00
10) Gastos de Fábrica (80% fijo):	250,000.00
11) Gastos financieros (100% fijo):	928,000.00
12) Gastos de administración (90% fijo):	350,000.00
13) Gastos de venta (20% fijo):	780,000.00
14) Regalías y patentes (100% fijo):	1,800,000.00
Total de Costos Fijos:	<u>\$ 6,521,720.00</u>

COSTOS VARIABLES DE PRODUCCION

1) Materia prima (100% variable):	\$ 14,114,000.00
2) Mano de obra directa (10% variable):	63,000.00
3) Artículos de planta (20% variable):	18,000.00
4) Servicios (100% variable):	554,000.00
5) Prestaciones (10% variable):	24,000.00
6) Laboratorio (50% variable):	57,000.00
7) Gastos de fábrica (20% variable):	63,000.00
8) Transporte (100% variable):	146,000.00
9) Gastos de administración (10% variable):	39,000.00
10) Gastos de venta (80% variable):	3,120,000.00
	<hr/>
Total de Costos Variables:	18,198,000.00

Con base en los datos calculados se estima que la capacidad mínima económica de operación de la planta es de --
25 Ton./día.

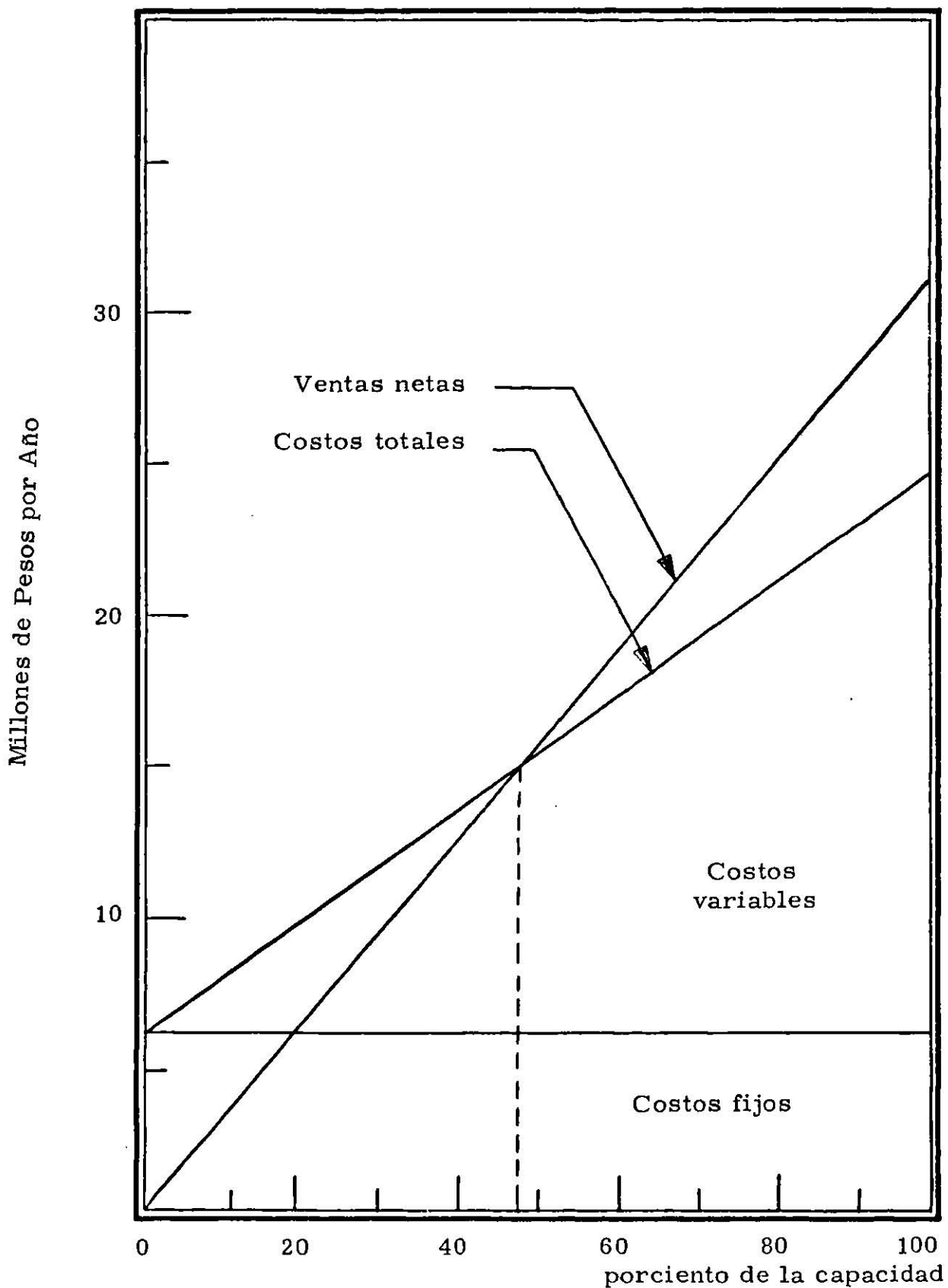


FIG. 5 INGRESOS Y EGRESOS DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE ACEITE DE ARROZ CON CAPACIDAD DE PROCESO DE 50 TON/DIA DE MATERIA PRIMA.

CONCLUSIONES

- 1.- Las 17,000 toneladas de pulido de arroz que se estima serán producidas en 1975 por los estados considerados dentro de la llamada Zona Centro, constituyen una fuente atractiva de explotación para fines de extracción de aceite.
- 2.- El proceso Filtración - Extracción seleccionado para - el tratamiento de esta materia prima, además de ser aplicable para la extracción de otras oleaginosas ofrece posibilidades de obtener 3,000 toneladas de un aceite de alta calidad tanto comestible como industrial.
- 3.- La pasta de pulido de arroz, subproducto de la obtención del aceite, se coloca también en una posición competitiva ante las pastas de extracción de aceite de semillas - oleaginosas, debido a su contenido proteíco y a que sus - propiedades se mejoran mediante el tratamiento del que es objeto durante el proceso. Este material, destinado a la alimentación ganadera es por consiguiente otra fuente considerable de ingresos que acrecienta las posibilitidades de explotación de este recurso agrícola.
- 4.- Las 52 toneladas de cera extractable del pulido de arroz pueden sustituir en parte las importaciones de la cera de carnauba realizadas por México en los últimos años y que en 1966 tuvieron un valor aproximado de \$ 1,630,000.00.
- 5.- La extracción del aceite y la cera del pulido de arroz viene, finalmente a elevar la posición económica de México, ya que permite el mejor aprovechamiento de un subproductito que actualmente se destina exclusivamente a la alimentacion ganadera y por otra parte contribuye a lograr la industrialización integral del arroz Palay, gramínea con la cual México ocupó en 1965, uno de los primeros lugares - como país productor dentro de los que integran la Asociacion Latinoamericana del Libre Comercio.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- The S.E.M. Rice Milling Process.
Food Technology.- Vol. 20 No. 10. 1287 - 88,(Oct., 1966)
- 2.- Lawrence Lynn.- Frank K. Lawer
Revolutionizes Rice Milling.
Food Engineering. Vol. 38 No. 11 68-71, (Nov., 1966)
- 3.- Reynoso Ibarra Irma.
Estudio Preliminar Sobre el Aceite y la Cera, Contenidas
en el Pulido de Arroz.
Tesis Profesional.- México, D.F. U.N.A.M., (1959)
- 4.- Lawrence Lynn. R.M. Anderson and D.L. Carpenter
New X-M Rice Bran.- Cereal Science Today.-
American Association of Cereal Chemists.-
221 - 222 June 1967.
- 5.- E.R. McCall. C. L. Hoffpauir. P. B. Skau.
The Chemical Composition of Rice
U.S. Dept. of Agriculture ARS - AIC 312,(1951).
- 6.- Investigación Personal.- Junta de Industriales del Arroz.
Cámara Nacional de la Industria de Transformación.
México, D. F., (2 de febrero de 1968).
- 7.- P.B.Reddi. K.S. Murti, O. Feuge.
Rice Bran Oil. I.- Oil Obtained by Solvent Extraction.
Journal of American Oil Chemists' Society. Vol. 25 No. 6
206 - 11, (June 1948).
- 8.- Maurice Williams and Sheldon Baer.
The Expansion and Extraction of Rice Bran
Journal of American Oil Chemists' Society
Vol. 42. No. 2: 151 - 155, (February 1965)
- 9.- A.V. Grace. C. G. Reuther. P. H. Eaves, L. J. Molaison
and J. J. Spadaro.
Pilot - Plant Applications of Filtration - Extraction of Rice Bran.
Journal of Am. Oil Chemists' Society. Vol. 30. No: 4 139 -145.
(April 1953).

10. - Pominsky Joseph, K. M. Decossas, P. H. Eaves, H. L. Vix and E. F. Pollard.
Preliminary Cost Study of Rice Wax Filtration-Extraction.
Industrial & Engineering Chemistry Vol. 47 No. 10:
2109 - 10 (October 1955).
11. - Pominsky J., Eaves, Gastrock, - Simultaneous Recovery of
Wax and Oil from Rice Bran by Filtration-Extraction. -
Journal of American Oil Chemists' Society. Vol. 31 - No: 11
451 - 455. - (November 1954).
12. - Investigación Personal. - Junta de Industriales Arroceros.
Cámara Nacional de la Industria de la Transformación.
(México, D. F. 3 de marzo de 1968).
13. - Zimmerman O. T. and Irvin Lavine.
Engineering Cost. - Vol. 9 No. 3: 13. (July, 1964).
14. - Oil, Paint and Drug Reporter. - The Chemical Marketing
Newspaper. p. 21. - (June 3, 1968).
15. - Kern Donald.
Process Heat Transfer. - Mc. Graw Hill, Book Company.
New York. - (1950).
16. - Chilton Cecil.
Cost Engineering in the Process Industries.
Mc. Graw Hill Book Company. - New York (1960).
17. - Vilbrandt & Dryden.
Chemical Engineering Plant Design.
Mc. Graw Hill Book Company. - New York (1959).
18. - Persell, Pollard, Deckbar.
A Preliminary Cost Study of the Filtration-Extraction of
Cottonseed. -
Cotton Gin and Oil Mill Press. pp. 18-20. -(August 16, 1952).
19. - Perry John.
Chemical Engineers' Handbook.
Mc. Graw Hill Book Company. - New York. -(1963).

20. - U.S. Pat. 2,759,956.
Pominsky Joseph. Vix L. E. Eaves Paul.
Rice Wax Extraction. -(August 21, 1956).
21. - Uhl. Root V.W. -
Indirect Drying Agitated Units.
Chemical Engineering Progress. Vol. 58. No: 6:37-44.
(June 1962).
22. - Croes J. A. - Centrifugal Pumps.
Chemical Engineering Costs Quarterly.
Vol. 4 . No. 4: 92 -110. (1954)
23. - Cremer Davies.
Chemical Engineering Practice.
Academic Press Inc. - Vol. 6. -pág. 420. -(1958).
24. - Stephens Adamson Mfg. Co. -General Catalog Number 55.
25. - Zimmerman O.T. Lavine I. - Cost Engineering-Industrial
Research Service Inc. - Vol. 9. - No. 3: 13 (July, 1964).
26. - H.E. Mills.
Latest Up to Date Manual Costs of Process Equipment.
Chemical Engineering. Vol. 71 No: 6 133-156. -(March, 16
1964).
27. - Cesare Carola.
Utilization of Rice Bran Oil. - Olii Minerali Grassí e Saponi
Colori e Vernici. Vol. 30: 56-61. -(1953).
28. - Feuge R.O. Reedi P.B.V.
Rice Bran Oil III. - Utilization as an Edible Oil.
Journal of American Oil Chemists' Society.
Vol. 26 No: 7 pg. 349. - (July 1949).
29. - Marynka Olizar.
Guía a los Mercados de México.
México, D. F. -p. 217 (1968).

- 30.- Review of the Economic Situation of Mexico.
Vol. XIII.- No. 484.- México, D. F. (1966).
Banco Nacional de México.
- 31.- Secretaría de Industria y Comercio.
Dirección General de Estadística.- Anuario Estadístico -
del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos.
México, D. F. (1960-66)
- 32.- Murti K. S.- Dollear F. G.
Rice Bran Oil I.- Composition of Oil Obtained by Solvent
Extraction.
Journal of American Oil Chemists' Society.
Vol. 25. No: 6 211-213.- (June 1948).
- 33.- Bordon Segura L.- Perspectivas Económicas del Sorgo en
México.- Tesis Profesional.- U.N.A.M. México, D.F.-
(1966).
- 34.- Terrones Langone J.- Terrones López J. L.
Aspectos Tecnológicos y Económicos de la Industria Aceitera.
VIII Convención Nacional del IMIQ.- Guadalajara Jal.
(Mayo 1968).
- 35.- Guide for Warehousing U.S.D.A. Donated Foods.
Agricultural Marketing Service.
U.S. Department of Agriculture.- p.10 (July 1959).
- 36.- Mickus R.- Advanced Design Spurs Oil Yield.
Food Engineering Vol. 27.- No: 3 80 - 83(March, 1955).
- 37.- Secretaria de Industria y Comercio.
Norma Oficial de Calidad para Pastas de Algodón y Cártamo,
F - 163)-164 Diario Oficial.- Tomo CCLXXXVIII.
No. 7.- pg. 635-637.- México, D.F. (Mayo 9; 1968).
- 38.- Fábrica de Aceite de Arroz.- Jetro Noticias.- Suplemento al
Número 96, pág. 1.- México, D.F. (Diciembre 1967).
- 39.- Aries R. and Newton R.
Chemical Engineering Cost Estimation Mc. Graw Hill Book
Company.- New York. (1955).
- 40.- F.A.O.- Anuario de Producción.- Vol. 19.- (1965).

APENDICE

1.- CALCULO DE LAS TENDENCIAS DE PRODUCCION DE
ARROZ PALAY EN LA REPUBLICA MEXICANA Y
EN LA ZONA DENOMINADA CENTRO

A. Estimación de la Tendencia de Producción Nacional de -
Arroz Palay.

Los datos para esta estimación fueron proporcionados por la Dirección General de Economía Agrícola, mismos que se presentan a continuación:

TABLA I-A
PRODUCCION DE ARROZ PALAY EN LA
REPUBLICA MEXICANA.

Año	Producción en Ton.
1954	170,000
1955	209,745
1956	235,067
1957	239,903
1958	252,490
1959	261,017
1960	327,512
1961	332,944
1962	288,973
1963	296,373
1964	274,430
1965*	377,500
1966*	372,187

Fuente: Secretaría de Industria y Comercio, México, D. F.
Revista Estadística 1952-64.

* Datos estimados por la Dirección General de Economía Agrícola.

Con estos datos se procede a determinar la ecuación de la tendencia de producción considerando que la gráfica del logaritmo de la producción vs. años genera una relación lineal tal como se muestra en la fig. 1-A. Como se observa, las cantidades producidas en los años 54, 60, 61 y 64 se encuentran muy alejadas de la recta ajustada por mínimos cuadrados y dado que los errores que se obtienen cuando se consideran todos los valores resultan hasta del $\pm 20\%$, se consideró pertinente omitir en el cálculo dichos años.

Para calcular la recta de regresión sea ésta de la forma:

$$y_c = ax + b \dots\dots 1$$

donde:

$$y_c = \log z, \text{ siendo } z \text{ la producción}$$

$$x = \text{años}$$

La función error de la y_c (calculada) con relación a y_o (observada) está dada por:

$$\phi (E) = \sum_{i=1}^n (Y_{o_i} - Y_{c_i})^2 \dots\dots 2$$

Sustituyendo 1 en 2 :

$$\phi (E) = \sum_{i=1}^n (Y_{o_i} - ax - b)^2 \dots\dots 3$$

Derivando parcialmente con respecto a cada una de las variables para hacer mínimo el error se llega a las ecuaciones:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - a \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots 4$$

$$\sum_{i=1}^n x_i y_i = a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots 5$$

Los valores numéricos que intervienen en las ecuaciones anteriores se muestran a continuación (Tabla II-A):

TABLA II-A

RELACION DE VALORES PARA EL CALCULO DE LA ECUACION DE LA RECTA DE REGRESION. (REPUBLICA MEXICANA)

xi	zi	log zi	xi ²	xiyi
54*	170,000	-----	-----	-----
55	209,745	5.32181	3,025	292.6995
56	235,067	5.37125	3,136	300.7900
57	239,903	5.37003	3,249	306.0917
58	252,490	5.40226	3,364	313.3311
59	261,017	5.41664	3,481	319.5818
60*	327,512	-----	-----	-----
61	332,944	-----	-----	-----
62	288,973	5.46090	3,844	338.5758
63	296,373	5.47188	3,969	344.7284
64*	274,430	-----	-----	-----
65	377,500	5.57692	4,225	362.4998
66	372,187	5.57078	4,356	367.6715
<u>541</u>		<u>48.9625</u>	<u>32,649</u>	<u>2945.9696</u>

(*) No se consideran en el cálculo.

De acuerdo con los datos anteriores:

$$\sum_{i=1}^9 xi = 541; \quad \frac{\sum_{i=1}^9 xi}{n} = \frac{541}{9} = 60.1$$

$$\sum_{i=1}^9 yi = 48.9625; \quad \frac{\sum_{i=1}^9 yi}{n} = 5.4403$$

$$\sum x_i y_i = 2945.9696$$

$$\sum x_i^2 = 32649$$

Estos valores se substituyen en las ecuaciones 4 y 5 quedando:

$$60.1 a + b = 5.4403 \quad \underline{5'}$$

$$32649 a + 541b = 2945.9696 \dots \underline{6'}$$

De donde $a = 0.02159$

$$b = 4.14247$$

por lo que la ecuación de regresión para la producción nacional de arroz es:

$$y_c = \underline{0.02159 x + 4.14247}$$

Los errores con respecto a los valores reales que se obtienen utilizando esta última relación son de aproximadamente $\pm 2\%$, así que estimando la cantidad a producir en 1975 se obtienen 580,000 Ton. de arroz Palay que representan 58,000 Ton. de pulido disponibles en la República, que podrían suministrar 11,000 Ton. de material graso extractable considerando un rendimiento de pulido del 10.0% con respecto a la cantidad de arroz producible.

B.- Estimación de la Tendencia en la Zona Centro.

Los valores de la Tabla III - A se refieren a la producción de arroz Palay de 1954 a 1966 considerando exclusivamente los Estados de Veracruz, Morelos, Michoacán, Jalisco, Puebla y México.

TABLA III - A

PRODUCCION DE ARROZ PALAY EN LA ZONA CENTRO

Año.	Producción (Ton.)
1954	93,926
1955	123,902
1956	133,142
1957	139,163
1958	154,720
1959	127,570
1960	130,137
1961	136,968
1962	129,792
1963	134,886
1964	162,852
1965	223,200
1966	156,383

En la Fig. 1-A se observa que los datos correspondientes a 1954 y 65 quedan muy alejados de la recta por lo que se omiten en la estimación de los coeficientes de la recta de regresión para la producción de la Zona Centro.

TABLA IV - A

RELACION DE VALORES PARA EL CALCULO DE LA ECUACION
DE LA RECTA DE REGRESION
(ZONA CENTRO)

xi	zi	log. zi = yi	xi ²	xiyi
55	123,902	5.1102	3025	281.0637
56	133,142	5.1241	3136	286.9540
57	139,163	5.1436	3249	293.1874
58	154,720	5.1894	3364	300.9904
59	127,570	5.1058	3481	301.1451
60	130,137	5.1142	3600	306.8574
61	136,968	5.1364	3721	313.3210
62	129,792	5.1132	3844	317.0227
63	134,886	5.1300	3969	323.1906
64	162,852	5.2016	4096	332.9062
65*	223,200	-	-	-
66	156,383	5.19424	4356	342.8198
<u>661</u>		<u>56.5633</u>	<u>39,841</u>	<u>3399.558</u>

(*) No se consideró en el cálculo

De acuerdo con los valores de esta última tabla se sigue que:

$$\sum_{i=1}^{11} xi yi = 3399.558; \quad \sum_{i=1}^{11} xi^2 = 39,841$$

$$\sum_{i=1}^{11} xi = 661; \quad \sum_{i=1}^{11} yi = 56.5633$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{11} xi}{n} = \frac{661}{11} = 60.091$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{11} yi}{n} = \frac{56.5633}{11} = 5.14211$$

quedando las ecuaciones 7 y 8 en la forma:

$$60.091 a + b = 5.14211 \dots\dots \underline{7}$$

$$39,841 a + 661b = 3399.558 \dots\dots \underline{8}$$

Las ecuaciones anteriores proporcionan los valores de la pendiente y la ordenada al origen de la ecuación de regresión que resulta finalmente:

$$\underline{y_c = 0.00516 x + 4.83204}$$

Los errores obtenidos mediante esta última igualdad - - ascienden a $\pm 1.2\%$ lo cual se considera suficientemente exacto para estimar que en la Zona Centro existe un potencial de producción de arroz Palay de 170,000 Ton. para 1975 que arrojan 17,000 Ton. de pulido procesable con una cantidad de 3,000 Ton de material - - graso disponible.

Para estimar la cantidad de arroz a producir por los estados considerados en la Zona Centro en 1975, se calcularon a continuación los porcentajes respecto a la producción nacional de arroz en cada una de dichas entidades a lo largo de seis años tomando como base los datos proporcionados por la Dirección General de Economía Agrícola. Resultados que se muestran en la Tabla V - A.

TABLA V - A

ESTIMACION DE LA CONTRIBUCION PORCENTUAL A LA PRODUCCION NACIONAL DE LOS ESTADOS CONSIDERADOS EN LA ZONA CENTRO

Estado	1960	1961	1962	1963	1964	1966	Promedio
Veracruz	29.10	32.10	36.10	32.40	39.50	42.00	35.20
Jalisco	1.32	15.40	8.80	8.55	8.05	6.55	10.06
Michoacán	15.90	14.00	12.10	9.65	21.80	15.20	15.00
Morelos	31.75	28.40	32.20	39.40	22.40	31.50	31.00
Puebla	9.30	9.20	9.30	9.10	4.60	5.11	7.80
México	8.55	8.55	11.70	11.60	3.10	0.00	7.20

Con los promedios anteriores se estima la siguiente producción de arroz en cada uno de los estados para 1975 considerando que estos coeficientes se mantengan constantes respecto a la producción nacional para ese año:

Veracruz:	6,000 Ton.
Jalisco:	2,000 Ton.
Michoacán:	2,000 Ton.
Morelos:	5,000 Ton.
Puebla:	1,000 Ton.
México:	1,000 Ton.
	<hr/>
Total:	17,000 Ton.

TABLA VI - A

COSTOS DE FLETES POR FERROCARRIL DEL PULIDO DE ARROZ
EN LAS REGIONES LOCALIZADAS EN LA ZONA CENTRO.
(pesos por tonelada de pulido).

Población	Toluca	Guadalajara	Córdoba	Cuatla	Morelia
Toluca	- - -				
Guadalajara	82.95	- - -			
Córdoba	57.40	112.20	- - -		
Cuatla	33.30	98.80	52.75	- - -	
Morelia	43.35	60.69	94.25	72.75	- - -
Puebla	40.00	102.20	29.05	26.80	79.15

Comunicación Personal.

Reglamento de Tráfico de los Ferrocarriles Nacionales de México, D.F. (abril 1968).

TABLA VII - A

DISTRIBUCION DE FABRICAS DE ACEITES
VEGETALES Y MARGARINAS.

Entidad	No. de Establecimientos
Baja California	5
Coahuila	4
Distrito Federal	21
Durango	3
Jalisco	21
México	7
Michoacán y Nayarit	8
Nuevo León.	7
Oaxaca	7
Puebla	4
Sinaloa	3
Sonora	4
Tamaulipas	4
Yucatán	4
Territorio de Baja California y Chihuahua	3
Colima y Guanajuato	3
Guerrero y Tabasco	3
San Luis Potosí y Veracruz	3

Fuente: Secretaría de Industria y Comercio.-
VIII Censo Industrial (1966)
México, D.F. (1967)

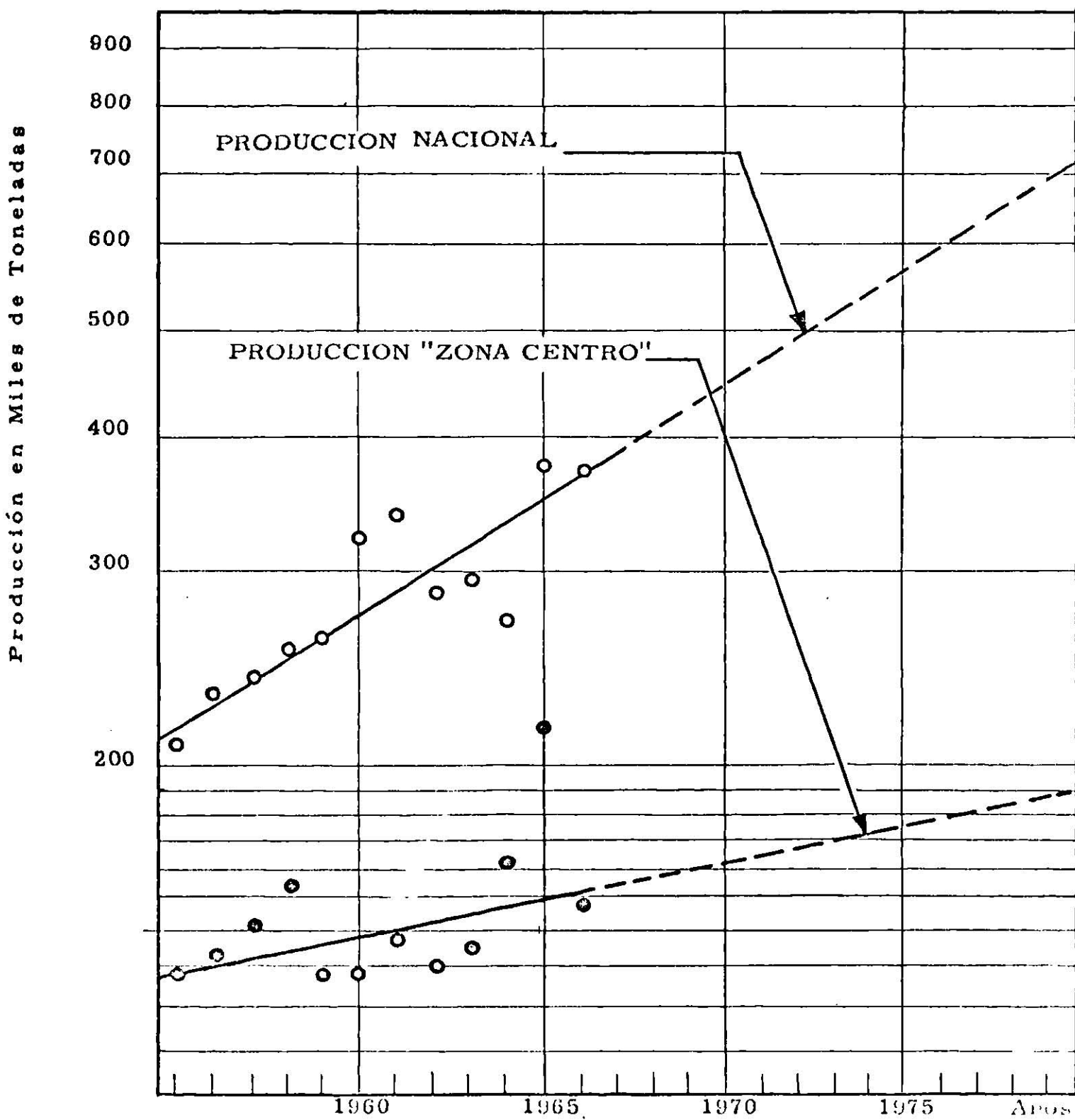


FIG. 1 - A.- TENDENCIA DE LA PRODUCCION DE ARROZ PASTA EN LA REPUBLICA MEXICANA Y EN LA "ZONA CENTRAL"

II.- CALCULO DEL BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO

El balance de materiales se lleva a cabo tomando en consideración algunos datos de planta piloto que se encuentran en las referencias (8); (9) y (10). Dichas consideraciones se enuncian en su oportunidad.

Los símbolos utilizados para las corrientes respectivas del proceso son los siguientes:

- A: materia prima que entra al expansor
 - B: vapor de agua al expansor
 - C: agua líquida al expansor
 - D: materia prima tratada que sale del expansor al secador
 - D': materia prima que sale del secador de banda
 - E: materia prima al mezclador
 - E': materia prima a almacén
 - F: materia prima - micela a la unidad de filtración - extración.
 - G: micela aceite-hexano al sistema de recuperación de aceite.
 - H: aceite recuperado
 - I: hexano extraído de la micela aceite - hexano
 - J: micela recirculada al mezclador
 - K: hexano recirculado para el primer lavado de la torta.
 - L: micela cera-hexano que sale de la unidad de filtración extracción.
 - M: micela cera-hexano fría a centrifugación.
 - N: hexano recuperado en la centrífuga
 - O: cera húmeda a la unidad de eliminación de disolvente residual.
 - P: hexano recuperado en la unidad de eliminación de di-solvente residual
 - Q: cera recuperada en la unidad de eliminación de disolvente.
 - R: harina húmeda al secador.
 - S: harina seca al almacén
 - T: hexano recuperado en el secador
 - U: hexano recirculado para lavado en la parte caliente de la unidad de filtración-extracción.
 - V: hexano recirculado para segundo lavado idem
 - W: solvente alimentado a la unidad de extracción
 - X: agua eliminada en el secador de banda
- Base de cálculo: una hora de operación.

1. - Balance en el expansor

$$A = \frac{70 \text{ Ton.}}{\text{día}} \times \frac{2200 \text{ Lb.}}{\text{Ton.}} \times \frac{\text{día}}{24 \text{ Hr.}} = 6400 \frac{\text{Lb.}}{\text{Hr.}} = 2900 \frac{\text{Kg.}}{\text{Hr.}}$$

Composición de A;

$$\text{Agua} = 0.10 \times 6400 = 640 \text{ Lb.} = 290 \text{ Kg.}$$

$$\text{Material graso} = 0.18 \times 6400 = 1160 \text{ Lb.} = 530 \text{ Kg.}$$

$$\text{Harina} = 0.72 \times 6400 = 4600 \text{ Lb.} = 2100 \text{ Kg.}$$

$$\text{Total} = \dots\dots\dots 2910 \text{ Kg.}$$

Para el cálculo de la cantidad de agua alimentada (C) se tomo como base el porcentaje agregado según (8):

$$B = \frac{6400 \times 22}{100} = 1408 \text{ Lb.} = 639 \text{ Kg.}$$

Para el caso del vapor alimentado (C) se toma igualmente el dato de la planta piloto:

$$C = \frac{6400 \times 10}{128} = 500 \text{ Lb.} = 226 \text{ Kg.}$$

Dado que el vapor dentro del expansor se encuentra sobrecalentado, al salir el pulido por el orificio de extrusión, pierde parte de su humedad llegando hasta una humedad final de aproximadamente 25% según (8).

De acuerdo con esto la composición de la corriente D a la salida del expansor es:

$$\text{Material graso: } 1160 \text{ Lb.} = 530 \text{ Kg.} = 15.5\%$$

$$\text{Harina: } 4600 \text{ Lb.} = 2100 \text{ Kg.} = 61.5\%$$

$$\text{Agua: } 1740 \text{ Lb.} = \underline{790 \text{ Kg.}} = \underline{23\%}$$

$$\text{Total: } 7500 \text{ Lb.} = 3,400 \text{ Kg.} = 100\%$$

2. - Balance en el secador de banda para materia prima.

Efectuando un balance tomando únicamente en consideración el agua se tiene:

$$7500 \times 0.23 = 0.10 D' + X$$

De un balance con base en el material seco:

$$5760 = 0.9 D'$$

de donde resulta:

$$D' = 6400 \text{ Lb.} = 2900 \text{ Kg.}$$

$$X = 1,100 \text{ Lb.} = 500 \text{ Kg.}$$

Por otra parte:

$$D' = E' + E -$$

Como la capacidad de la planta es de 4600 Lb/Hr:

$E' = 6400 - 4600 = 1800 \text{ Lb.} = 820 \text{ Kg.}$ que es la cantidad de pulido que se almacena por hora durante 200 días.

3.- Balance en el secador de pasta.

De acuerdo con la literatura (10) la pasta acarrea los siguientes porcentajes de agua, aceite y cera respecto a las cantidades de ellos originalmente contenidos en el pulido:

Aceite:	3.16% (*)
Cera :	0.56% (*)
Agua :	62.00 %

(*): Se calculan respecto a material graso.

Con los datos anteriores se establece que la corriente S a la salida del secador tiene la siguiente composición:

Harina:	$0.72 \times 4600 = 3320 \text{ Lb.} = 1510.0 \text{ Kg.}$
Agua :	$0.62 \times 460 = 285 \text{ Lb.} = 130.0 \text{ Kg.}$
Aceite :	$0.0316 \times 827 = 26.2 \text{ Lb.} = 11.9 \text{ Kg.}$
Cera :	$0.0056 \times 827 = 4.64 \text{ Lb.} = 2.1 \text{ Kg.}$
Total :	$S = 3,635.8 \text{ Lb.} = 1654.0 \text{ Kg.}$

La cantidad de hexano que sale en esta corriente por un balance total de hexano en la planta será:

$$T = W - (I + P)$$

$$T = 6\,000 - 3\,780 = 2\,220 \text{ Lb.} = 1\,000 \text{ Kg.}$$

de donde:

$$R = T + S = 5\,855 \text{ Lb.} = 2\,654 \text{ Kg.}$$

4.- Balance en la unidad de eliminación de disolvente residual en la cera,

De acuerdo con la cita bibliográfica (10) la cantidad de cera contenida en el pulido es:

$$827 \times 0.022 = 18.2 \text{ Lb.} = 8.3 \text{ Kg.}$$

Un balance total en cera arroja la siguiente cantidad de cera obtenida en el proceso:

$$18.2 = Q + 4.6$$

$$Q = 13.6 \text{ Lb.} = 6.2 \text{ Kg.}$$

En la cita (11) se establece que la cantidad de cera precipitada corresponde al 29.1% de sólidos en la corriente O por lo que mediante un balance de cera en la sección de recuperación se tiene:

$$0.291 O = 13.6$$

$$O = 46.7 \text{ Lb.} = 21.2 \text{ Kg.}$$

De aquí resulta que:

$$P = O - Q$$

$P = 46.7 - 13.6 = 33.1 \text{ Lb.} = 15 \text{ Kg.}$ de hexano eliminados en esta sección.

5.- Balance en el cristalizador

En la referencia (11) se establece que la cantidad de cera precipitada corresponde aproximadamente al 1% del volumen total.

El volumen de cera precipitada se obtiene de acuerdo con:

$$V' = \frac{M_a}{\rho_a} + \frac{M_b}{\rho_b}$$

siendo:

M_a : masa de cera sólida

M_b : masa de solvente ocluido por la cera.

ρ_a : densidad de la cera.

ρ_b : densidad del hexano.

de las referencias (3; 12):

$$\rho_a = 0.9 \times 62.3 = 56.1 \text{ Lb/ft}^3$$

$$\rho_b = 0.66 \times 62.3 = 41 \text{ Lb/ft}^3$$

$$X' = \frac{13.6}{56} + \frac{33.1}{41} = 1.048 \text{ ft}^3$$

Este volumen corresponde al 1% del total contenido en el cristalizador de donde el volumen total.

$$Z = 104.8 \text{ ft}^3.$$

6.- Balance en centrífuga

La cantidad de hexano eliminado en este equipo será :

$$N = (104.8 - 1.048) \times 41 = 4260 \text{ Lb.} = 1930 \text{ Kg.}$$

Por otra parte:

$$M = O + N'$$

$$M = 46.7 + 4220 = 4306.7 \text{ Lb.} = 1960 \text{ Kg.}$$

7.- Balance en la Unidad de Filtración - Extracción.

Haciendo un balance de hexano en la sección de extracción en caliente se tiene:

$$W = N + P + W'$$

donde W: hexano que se queda en la harina en la parte - caliente.

$$W' = 1.3 \times 4600 - 4290 = 1707 \text{ Lb.} = 775 \text{ Kg.}$$

Suponiendo que en cada uno de los tres lavados la pasta - absorbe la misma cantidad de disolvente, se definen las corrientes U y V en la siguiente forma:

$$U = 6000 - 1707 = 5431 \text{ Lb.} = 2460 \text{ Kg.}$$

$$V = 5431 - 569 = 4862 \text{ Lb.} = 2210 \text{ Kg.}$$

En la cita bibliográfica (11) se establece que la cantidad de - hexano eliminado en el evaporador corresponde al 95% del disolvente que entra a esta sección y que también viene a ser el 60% del hexano total alimentado al proceso.

De aquí se establece que el monto total de disolvente que entra a la sección de recuperación de aceite es:

$$I = \frac{6\,000 \times 0.6}{0.95} = 3\,780 \text{ Lb.} = 1\,720 \text{ Kg.}$$

Con los datos anteriores se calculan las corrientes K y J de la manera siguiente:

$$K = 4\,260 - \frac{(4\,260 - 3\,780)}{3} = 4\,100 \text{ Lb.} = 1\,860 \text{ Kg.}$$

$$J = 4\,100 - 160 = 3\,940 \text{ Lb.} = 1\,790 \text{ Kg.}$$

8.- Balance en sistema de recuperación de aceite.

Se manifiesta (11) que el aceite extraído corresponde al 94.3% del que entra, por lo que:

$$H = 0.943 \times 809 = 764 \text{ Lb.} = 346 \text{ Kg.}$$

$$I = 3\,789 \text{ Lb.} = 1\,720 \text{ Kg.}$$

Finalmente la corriente G se define por las siguientes cantidades:

$$\text{Hexano:} \quad 3\,780 \text{ Lb.} = 1\,720.0 \text{ Kg.}$$

$$\text{Aceite:} \quad 764 \text{ Lb.} = 346.0 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agua:} \quad 175 \text{ Lb.} = 79.5 \text{ Kg.}$$

$$G = 4\,719 \text{ Lb.} = 2\,145.5 \text{ Kg.}$$

III. - ESTIMACION DE LOS COSTOS DEL EQUIPO.

A. - Sección de Preparación de la Materia Prima previa a la Extracción del Aceite.

1. - Banda transportadora de materia prima al expansor.

Bases:

Capacidad: 7 700 Lb./Hr. = 3.5 Ton./Hr.

Densidad: 30.50 Lb./ft³ = 0.49 g/cm³

Velocidad: 100 ft/min. = 30.5 m/min.

Longitud: 32.8 ft. = 10 m.

El ancho de la banda se calcula con los métodos señalados en la literatura consultada (24).

$$T = \frac{(W + 180) W^2 SM}{12,000,000}$$

donde:

T = capacidad en toneladas (de 1 000 Lb.) por hora

W = ancho de banda en pulgadas.

S = velocidad de la banda (ft./min.)

M = densidad del material Lb./ft³

$$3.85 = \frac{(W + 180) W^2 3050}{12,000,000}$$

$$W^2 (W + 180) = 15 150$$

resultando: W = 9 pulg.

Ancho de banda: 9 pulg.

La potencia se calcula de acuerdo con la fórmula (24):

$$Hp. = \frac{F(L + Lo)(T + 0.03 WS) + T \Delta Z}{990}$$

donde:

F: factor de fricción = 0.05

L: longitud entre poleas terminales

Lo: longitud nominal = 150*

S : capacidad en Ton./Hr. de material

ΔZ : elevación ft.

W: peso (Lb.) del transportador.

(*): de acuerdo con el factor de fricción. (24)

Potencia requerida por la banda:

$$Hp_1 = \frac{0.05 \times 182.8 \times (3.5 + 0.03 \times 9 \times 100)}{990} = 0.28$$

Potencia requerida por el disparador (tripper) (24):

$$Hp_2 = 0.4$$

Potencia perdida en la transmisión (24):

$$Hp_3 = 0.1 (Hp_1 + Hp_2) = 0.07 \text{ HP}$$

$$\text{Potencia del Motor} = Hp_1 + Hp_2 + Hp_3 = 0.75 = \frac{3}{4} \text{ HP}$$

Costo* para 1966 :	\$ 21,250.00
Costo del motor :	1,314.00
Costo instalación (30%)	6,800.00
Costo instalado	29,364.00
Costo estimado para 1975:	33,600.00

2.- Determinación del costo del expansor

Las especificaciones suministradas por The V.D. Anderson Co. indican que se trata de un expansor horizontal con capacidad de 76 Ton/día. El modelo de este equipo corresponde al AN 554 - E constituido por las siguientes partes:

a) Tubo expansor de 20.3 cm. (8 pulgadas) de diámetro y longitud nominal de 2.4 m. (8 ft.) provisto con dados de extrusión.

b) Eje horizontal accionado por un motor de 100 HP de 1 200 r.p.m., par de arranque normal y accionado por correas en V.

c) Cortador rotatorio de cuchillas accionado por un motor de 3 HP. de velocidad variable.

d) Controles y equipo auxiliar que consta de válvulas especiales Anderson Hi - ef, trampas de vapor Anderson Super Silver-top, coladores, manómetro de presión de vapor, válvula reguladora

(*): Investigación directa Jeffrey Mexicana, S.A.

de presión de agua, indicador de flujo y válvula solenoide de agua.

e) Controles eléctricos de arranque normal tipo directo para el motor del cortador, relevadores y contactos para protección automática del motor del expansor contra sobrecargas, amperímetro indicador y transformador de corriente.

El costo de acuerdo con las especificaciones señaladas es el siguiente:

Precio neto de fábrica :	\$ 255,000.00
Costo de fletes, seguros	
Impuestos (20%):	51,000.00
Costo de instalación (30%)	76,500.00
Costo total para 1968:	382,500.00
Costo total para 1975:	425,000.00

3. - Determinación del costo del transportador de banda del expansor al secador.

Bases:

Capacidad : 4.1 Ton./Hr.

Densidad : 35.5 Lb/ft³

Longitud : 32.8 ft. = 10 m.

Angulo de elevación = 30°

Velocidad : 100 ft/min.

Cálculo del ancho de banda (W):

$$4.1 = \frac{(W + 180) W^2}{12,000,000} = 3.550$$

$$(W + 180) W^2 = 13,850$$

$$W = 8 \text{ pulg.} = 20.4 \text{ cm.}$$

Cálculo de la potencia:

$$H_{p1} = \frac{0.05 \times 182.8 \times (4.1 + 0.03 \times 100 \times 8) + 4.1 \times 16.4}{990}$$

$$H_{p1} = 0.328$$

$$H_{p2} = 0.3$$

$$H_{p3} = 0.06$$

Potencia del motor = 0.99 = 1 HP

Costo para 1966:	\$ 21,250.00
Costo del motor:	2,200.00
Costo de Instalación (30%):	7,000.00
Costo instalado para 1966:	30,450.00
Costo estimado para 1975:	35,000.00

4.- Estimación del costo del secador de banda de aire caliente para la materia prima proveniente del expansor.

Bases:

Capacidad de evaporación: 600 Kg. = 1320 Lb. de agua por hora.

Temperatura de secado: no mayor a 150 °F

Costo* para 1955: \$ 487,000.00

Costo estimado para 1975: \$ 670,000.00

5.- Transportador de gusano del secador al mezclador.

Bases:

Capacidad: 5 500 $\frac{\text{Lb.}}{\text{Hr.}}$ = 2.5 Ton./Hr.

(*): se da instalado en la literatura (22)

Densidad: 30.50 Lb./ft³
 Longitud: 16.4 ft. = 5 m.
 Velocidad: 80 r.p.m. (24)
 Diámetro gusano: 6 pulg.

Potencia requerida según (24):

$$HP. = \frac{S \times L \times R + C \times W \times L \times F}{1,000,000}$$

donde:

S: factor del transportador
 L: longitud (ft)
 R: velocidad (r.p.m.)
 C: capacidad (ft³/Hr.)
 W: densidad del material (Lb./ft³)
 F: factor de potencia según material

$$H.P. = \frac{135 \times 16.4 \times 80 + 5500 \times 16.4 \times 0.4}{1,000,000}$$

$$H.P. = 1/5$$

Costo para 1949:	\$ 8,500.00
Costo instalación (30%):	2,500.00
Costo instalado para 1949:	11,000.00
Costo estimado para 1975:	\$ 19,000.00

6.- Transportador de banda de la materia prima del secador al almacén.

Bases:

Capacidad: 2 200 Lb./Hr. = 1 Ton./Hr.
 Densidad: 30.50 Lb./ft³
 Longitud: 98.4 ft. = 30 m.
 Ancho: 6 pulg. = 15.4 cm.

Despejando la velocidad:

$$\frac{186 \times 36 \times S \times 30.5}{12,000,000} = 1$$

$$S = 59 \text{ ft/min.} = 18 \text{ m/min.}$$

Potencia: $Hp_1 + Hp_2 + Hp_3$

$$Hp_1 = \frac{0.05 \times 248.4 \times (1 + 0.03 \times 6 \times 59)}{990}$$

$$Hp_1 = 0.15 \text{ H.P.}$$

$$Hp_2 = 0.4$$

$$Hp_3 = 0.06$$

Potencia del motor: 0.6 H.P.

Costo para 1966:	\$ 42,700.00
Costo motor:	1,300.00
Costo instalación (30%):	13,000.00
Costo instalado (1966):	57,000.00
Costo estimado para 1975:	65,000.00

B. - Sección de Extracción de Aceite y Cera.

1. - Mezclador

Bases:

Alimentación: 10,200 Lb./Hr. de pulido mezclado con hexano.

Temperatura de entrada: 95°F

Temperatura de salida: 40°F

Calor específico de la mezcla: 0.4 Btu/Lb. °F

Temperatura de entrada del fluido

enfriador: 25°F

Temperatura de salida en camisas: 60°F.

Temperatura de salida en gusanos: 70°F.

Los incrementos de temperatura medios logarítmicos son:

$$\Delta t_g \text{ para gusanos: } \Delta t_g = \frac{(95 - 70) - (40 - 25)}{\ln \frac{25}{15}} = 19.6 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\Delta t_c \text{ para camisas: } \Delta t_c = \frac{(95 - 60) - (40 - 25)}{\ln \frac{35}{15}} = 23.6$$

De acuerdo con la literatura consultada (21), se puede estimar un coeficiente de transmisión de calor de:

$$U = 30 \frac{\text{Btu.}}{\text{Hr. ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Calor transmitido por gusanos:

$$Q_g = 30 \times A_g \times 19.6$$

A_g = área de gusanos

Calor transmitido por camisas

$$Q_c = 30 \times A_c \times 23.6$$

A_c = área de camisas

Calor total requerido:

$$Q_t = 10,200 \times 0.4 (95 - 40) = 224,000 \text{ Btu/Hr.}$$

$$224,000 = 588 A_g + 708 A_c.$$

La firma que fabrica estos equipos está representada en México por Técnica - Bodek S. A. quienes proporcionaron los ca -

tálogos para la elección del tamaño más adecuado de esta unidad, la cual se conoce comercialmente como Holo-flite. El tamaño - más aproximado resulta ser el ID 2414 -6 con una área de trans_{misión} de calor para gusanos de 303 ft² y 86 ft² para camisas.

El costo de esta unidad se tomó directamente de cotiza_{ciones} suministradas por los representantes de la compañía en México.

Costo para 1968:	\$ 232,000.00
Costo de fletes, seguros, impuestos:	23,000.00
Costo de instalación (30%):	<u>70,000.00</u>
Costo total instalado para 1968:	\$ 325,000.00
Costo total estimado para 1975:	\$ 360,000.00

2. - Estimación del Costo de la Unidad de Filtración-Extracción y Sistemas de Recuperación de Pasta y Aceite.

En la literatura (8; 10) se establece que este tipo de - unidades deben tener un costo aproximado a las ya instaladas pa_{ra} la extracción de aceite de semilla de algodón. En dichas re_{ferencias} se consideran los siguientes costos para una planta de 50 Ton./día de capacidad:

Costo del equipo instalado (1952):	\$ 1,240,000.00
Costo estimado para 1975:	\$ 1,870,000.00

3. - Intercambiadores de Calor

Los intercambiadores de calor para una planta de extra_{ción} de aceite de arroz de 100 Toneladas por día tienen un costo - para 1955 de \$ 5,000.00 pesos mexicanos (11). Estos calentadores o enfriadores de costo tan bajo sólo pueden corresponder a los del tipo de horquillas soldadas, que se cotizan aproximadamente (16) - a 13.1 dólares por pie cuadrado de superficie suponiendo que se - trate de tubos de 2x1 $\frac{1}{4}$ pulgadas que es el más comunmente utiliza-

do; lo que permite establecer que el área aproximada de calentamiento es de $\frac{400}{13} = 30.8 \text{ ft}^2$ para la capacidad propuesta.

Debido a que la temperatura del vapor de calentamiento de desconoce, se procede a calcularla con base en el intercambiador de la planta de 100 Ton./día.

Se alimentan (11): 10,800 Lb. de hexano por hora.

Temperatura de entrada: 131°F .

Temperatura de salida: 145°F .

Calor específico de hexano: $0.56 \frac{\text{Btu}}{\text{Lb.}^{\circ}\text{F}}$.

El calor total eliminado es:

$$Q = 10,800 \times 0.56 \times 14 = 84,600 \text{ Btu/Hr.}$$

Suponiendo un coeficiente total de transmisión de calor (15)

$$U_d = 200 \frac{\text{Btu}}{\text{Hr. ft}^2 \text{ }^{\circ}\text{F}}$$

El incremento de la temperatura media logarítmica será:

$$\Delta t_{ml} = \frac{Q}{U_d \times A} = \frac{84,600}{200 \times 30.8} = 13.75^{\circ}\text{F} = 14^{\circ}\text{F}$$

$$\Delta t_{ml} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}}$$

$$\Delta t_2 = t_v - 131$$

$$\Delta t_1 = t_v - 145 \text{ donde } t_v \text{ es la temperatura del vapor}$$

$$\Delta t_{ml} = \frac{14}{\ln \frac{t_v - 131}{t_v - 145}} = 14$$

$$\ln \frac{tv - 131}{tv - 145} = 1$$

$$tv = 153.5 = 154^{\circ}\text{F}$$

Este vapor tiene una presión de saturación de 4.102 Lb/pulg.² lo que hace suponer que se trata de un vapor que ya ha sido utilizado en algún otro equipo.

Suponiendo que el vapor de calentamiento utilizado tiene estas características, el área de los intercambiadores de calor para la planta de extracción de aceite de arroz de 50 Ton/día se calcula a continuación.

Bases:

Cantidad de hexano alimentado por tubos: 7,200 Lb/Hr.

Temperatura de entrada: $t_1 = 131^{\circ}\text{F}$

Temperatura de salida: $t_2 = 145^{\circ}\text{F}$

Temperatura media $t_m = \frac{276}{2} = 138^{\circ}\text{F}$

Calor específico: $0.56 \frac{\text{Btu}}{\text{Lb.}^{\circ}\text{F}}$

Viscosidad: $0.23 \text{ ctp} \times 2.42 = 0.56 \frac{\text{Lb.}}{\text{ft} \times \text{seg.}}$

Conductividad térmica: $k = 0.078 \frac{\text{Btu}}{\text{Hr. ft}^2^{\circ}\text{F}}$

Densidad: $= 0.66 \times 62.3 = 41.1 \text{ Lb/ft}^3$

Fluido por área libre entre tubos: vapor saturado

Temperatura del vapor: 154°F

Presión de saturación: 4.102 psia

Entalpia de evaporación: $1005.8 \frac{\text{Btu}}{\text{Lb.}}$

Cantidad de vapor necesario (M):

$$7\,200 \times 0.56 \times 14 = 1\,005.8 \times M$$

$$Q = 56\,500 \frac{\text{Btu}}{\text{Hr.}}$$

$$M = 56 \frac{\text{Lb.}}{\text{Hr.}} \text{ de vapor}$$

Se suponen horquillas de tubos IPS de $2 \times 1\frac{1}{4}$

Longitud de 10 ft.

Cálculo de los coeficientes individuales de transmisión de calor:

Parte interior de los tubos:

$$\text{Diámetro de tubo: } D = \frac{1.38}{12} = 0.115 \text{ ft.}$$

$$\text{Area interna de flujo: } A_p = \frac{\pi D^2}{14} = 0.0104 \text{ ft}^2$$

$$\text{Masa velocidad: } G_p = \frac{7\,200}{0.0104} = 692\,000 \frac{\text{Lb.}}{\text{Hr.} \times \text{ft}^2}$$

$$\text{Número de Reynolds: } Re = \frac{DG_p}{u} = \frac{0.115 \times 692\,000}{0.56}$$

$$Re = 1.42 \times 10^5$$

de la figura 24 (15) se obtiene el factor

$$jh = 330 \text{ para } Re = 140\,000$$

$$\text{número de Prandtl: } Pr = \frac{cu}{k} = \frac{0.56 \times 0.56}{0.078} = 4.02$$

$$\left(\frac{cu}{k}\right)^{1/3} = 1.58$$

$$\text{coeficiente interno de película: } h_i = jh \frac{k}{D} \left(\frac{cu}{k}\right)^{1/3}$$

$$h_i = \frac{330 \times 0.078}{0.115} \times 1.58 = 354 \frac{\text{Btu}}{\text{Hr. ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

coeficiente corregido por la relación de diámetros:

$$h_{io} = h_i \frac{ID}{OD} = 354 \times \frac{1.38}{1.66} = 294$$

coeficiente de película del vapor (15) $h_o = 1500 \frac{\text{Btu}}{\text{Hr. ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$

coeficiente limpio de transmisión total:

$$U_c = \frac{h_o \times h_{io}}{h_o + h_{io}} = \frac{1500 \times 294}{1794} = 246 \frac{\text{Btu}}{\text{Hr. ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Suponiendo un factor de incrustación (15): $R_d = 0.002$

el coeficiente total de transmisión sucio será:

$$\frac{1}{U_d} = \frac{1}{U_c} + R_d$$

$$\frac{1}{U_d} = \frac{1}{246} + 0.002$$

$$U_d = 165 \frac{\text{Btu.}}{\text{Hr. x ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$\Delta t_{ml} = 14$$

Area de transferencia:

$$A = \frac{Q}{U_d \times \Delta t_{ml}} = \frac{56500}{165 \times 14} = 24.4 \text{ ft}^2$$

Costo de la unidad (1955) = \$ 4,000.00

Costo de instalación (30%) = 1,200.00

Costo instalado (1955) = 5,200.00

Costo instalado corregido por el índice de Marshal & Stevens para 1975: \$ 8,200.

En el proceso se requieren cinco de estas unidades para ca lentar o enfriar el disolvente. Los flujos de éste difieren relativamente poco y los incrementos de temperatura en todos los casos - son aproximadamente de la misma magnitud, por lo que los cinco - intercambiadores de calor se suponen iguales con un costo total de: \$ 41,000.00 estimado para 1975.

4. - Equipo de Bombeo.

Las cantidades de hexaño a bombear para cada uno de los la vados son aproximadamente las mismas, lo que hace suponer que se trata de bombas de igual capacidad. El cálculo de ellas se hace dan do un margen de amplitud en cuanto a volumen de fluido manejado - del 20%.

Bases:

Gasto por bomba: 7,200 Lb/Hr.

Capacidad de bomba: 193 ft³/Hr. = 24 galones/min.

Cabeza total (21): 58 ft.

N P S H (21) : 5 ft.

Los datos anteriores sugieren una bomba (21):

3/4 ECS - 50 de 3 600 r.p.m y motor de 3/4 H.P.

Costo instalado para 1954 (21): \$ 2,500.00

Costo estimado para 1975 : 3,500.00

Costo total de las seis bombas: 21,000.00

C. - Sección de Recuperación de Cera.

1. - Cristalizador.

De acuerdo con los datos encontrados en la literatura (23) se supone que este cristalizador corresponde a un intercambiador de

calor con aspas barredoras. En las referencias consultadas el costo de estos equipos se manifiesta en función del área de enfriamiento, por lo que se procede al cálculo de la misma.

Bases:

Cantidad alimentada: $5,600 \frac{\text{Lb.}}{\text{Hr.}} = 2360 \text{ Kg/Hr.}$

Temperatura de entrada: $142 \text{ }^\circ\text{F.}$

Temperatura de salida: $40 \text{ }^\circ\text{F.}$

Calor que se elimina

$Q = 5,600 \times 0.53 \times (142-40) = 303,000 \text{ Btu./Hr.}$

Por otra parte, el fluido de enfriamiento tiene:

Temperatura de entrada: $25 \text{ }^\circ\text{F}$

Temperatura de salida : $70 \text{ }^\circ\text{F}$

El incremento de temperaturas medio logarítmico es:

$$\Delta t_{ml} = \frac{72 - 15}{\ln \frac{72}{15}} = 36.3 \text{ }^\circ\text{F}$$

Suponiendo un área de 70 ft^2 (16) se calcula el coeficiente de transmisión de calor:

$$U = \frac{Q}{A \times \Delta t_{ml}}$$

$$U = \frac{282\,000}{70 \times 36.3} = 110 \text{ Btu./Hr ft}^2 \text{ }^\circ\text{F.}$$

que cae dentro del rango permisible (16)

$$30 < U < 150 \frac{\text{Btu.}}{\text{Hr. ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}} \text{ por lo que se considera}$$

válida la estimación.

Costo estimado para 1958 (16):	\$ 46,500.00
Costo de instalación (30%):	14,000.00
Costo instalado para 1958:	60,500.00
Costo estimado para 1975:	\$ 86,500.00

2.- Centrífuga.

La literatura (20) indica que la fuerza centrífuga necesaria para la separación de la cera es de 800 veces la de gravedad, lo que hace suponer que se trata de una centrífuga tubular de operación - continua. De acuerdo con la referencia (19) la fuerza centrífuga, F_c tiene la siguiente relación:

$$F_c = 0.0000\ 142\ D\ n^2$$

donde $n = r.p.m.$

$D =$ diámetro del tazón en pulgadas.

De la ecuación anterior:

$$800 \times 32.2 = 0.0000\ 142\ D \times 400 \times 10^6$$

$$D = 4.54\ \text{pulgadas.}$$

El costo estimado de este equipo tomado de datos bibliográficos (19) es:

Costo de fábrica:	\$ 43,800.00
Costo de instalación (30%)	13,100.00
Costo instalado:	56,900.00
Para 1959 E.N.R. = 800	
Costo corregido para 1975:	\$ 78,000.00

3.- Estimación del Costo de la Unidad de Eliminación de Hexano Residual en la Cera.

Esta unidad (10) consta en realidad de dos elementos: un eva

porador y un "desolvetizador" (Stripper). Debido a que se carece de datos suficientes para calcular este equipo y dado que los costos estimados en artículos publicados (10) son relativamente bajos, se considera válido el dato consignado en la literatura -- (10). Por otra parte, el balance de materiales hace suponer que se trata de un equipo pequeño.

Costo del evaporador:	\$ 25,000.000
Costo del desolvetizador:	12,000.00
Costo total:	37,000.00
Costo de instalación (30%):	11,000.00
Costo instalado para 1955:	\$ 48,000.00
Costo estimado para 1975:	67,000.00

D. - Sección de Equipo de Refrigeración.

Primeramente se calculan las toneladas de refrigeración necesarias en el proceso de acuerdo con la fórmula:

$$\text{Toneladas de refrigeración} = \frac{\text{Carga Térmica}}{12,000}$$

El cálculo de la carga térmica se expone a continuación:

a) Carga térmica en mezclador:

Dado que en este equipo se mezclan el pulido proveniente del expansor con hexano frío se determina la temperatura de la mezcla por medio de un balance de energía.

$$E \times C_{pe} \times (T_e - T_m) = J \times C_{pj} \times (T_m - T_j)$$

donde E: materia prima a mezclador

C_{pe}: calor específico de la materia prima

T_e: temperatura de entrada de la materia prima.

T_m: temperatura de la mezcla

C_{pj} : calor específico de la micela

T_j : temperatura de entrada del hexano.

$$4,600 \times 0.3 \times (180 - T_m) = 3940 \times 0.53 \times (T_m - 40)$$

$$T_m = 95 \text{ } ^\circ\text{F.}$$

La temperatura requerida para la extracción selectiva del aceite es de 40°F por lo que la cantidad de calor eliminada de la mezcla será:

$$Q_1 = F \times C_p \times (T_m - T)$$

donde Q_1 = cantidad de calor que se elimina

C_p = calor específico medio de la mezcla

T = temperatura de extracción.

F = micela en mezclador

$$Q_1 = 10,200 \times 0.4 \times (95 - 40) = 224,000 \text{ Btu. /Hr.}$$

b) Carga térmica en cristalizador.

Suponiendo que la corriente que entra a esta unidad fuese exclusivamente hexano, ya que la cantidad de cera que lleva corresponde al 1% en volumen, el calor que se elimina en este equipo de acuerdo con las temperaturas suministradas por la literatura (11) es:

$$Q_2 = 5200 \times 0.53 \times (142 - 40) = 282,000 \text{ Btu. /Hr.}$$

c) Carga térmica en los dos enfriadores:

$$Q_3 = 2 \times 4800 \times 0.53 \times (45 - 39)$$

$$Q_3 = 31,000 \frac{\text{Btu.}}{\text{Hr.}}$$

La carga térmica total dando un margen de amplitud de 20% será:

$$Q_t = 1.2 (Q_1 + Q_2 + Q_3) = 645,000 \text{ Btu. /Hr.}$$

Finalmente las toneladas de refrigeración necesarias serán:

$$\text{Ton.} = \frac{645,000}{12,000} = 53.7 \text{ Ton.}$$

El costo por tonelada de refrigeración según (11) para 1955 es de 5,000.00 \$/Ton. que corregido por el factor de costos (13) resulta de 7,000.00 \$/Ton. para 1975 por lo que:

Costo de refrigeración: $7,000 \times 53.7 = \$ 376,000.00$ - incluyendo torre de enfriamiento, bomba, mano de obra de ins-talación y tubería.

En la literatura (10) se cita la existencia de un cuarto refrigerado cuyo uso probablemente se destina al almacenamien-to de la materia prima. Esta suposición se debe a que en artícu-los consultados (35) se establece que el arroz se almacena pre-ferentemente en cuartos refrigerados a temperaturas que oscilan entre 32°F y 50°F, lo que posiblemente sea también aplicable al pulido ya que a 40°F (3) la acidez libre de éste permanece aproxi-madamente constante. El costo de este almacén, incluyendo ais-lante, materiales, mano de obra y refrigeración de 3 toneladas - se tomó de la literatura (10) corrigiéndolo por el factor Chemical Engineering para 1975:

Costo para 1955:	\$ 190,000.00
Costo estimado para 1975:	\$ 260,000.00

IV. - PROPIEDADES DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS EN EL PROCESO.

A. Aceite de Arroz

El aceite de arroz extraído por el proceso Filtración-Extracción no presenta concentraciones elevadas de ácidos libres, lo cual facilita su refinación. Sin embargo, esta concentración puede resultar alta si la materia prima no se trata en el expansor a lo más una semana después de extraída (3).

Las características del aceite obtenido a partir de una materia prima similar a la supuesta para el presente estudio, se resumen en las tablas VIII, IX y X. Por otra parte, la literatura consultada (11) da la siguiente información respecto al aceite que se obtiene:

Concentración de ácidos grasos libres:	3.24%
Concentración de lejía utilizada:	16.00%
Exceso de lejía:	0.50%
Pérdidas por refinación:	14.80%
Color del aceite refinado determinado en Colorímetro Lovibond:	
a) Aceite crudo: 70 Y - Rojo 2.3	
b) Aceite decolorado: 35 Y - Rojo 3.2	

Dado que se pretende que el aceite de arroz se catalogue dentro del conjunto de los llamados aceites selectos, se incluyen en las tablas subsecuentes las propiedades del aceite de oliva español que es el importado por México en mayor escala. Como se observa, el aceite de arroz no es igual en composición respecto al de oliva pero se asegura (36) que el primero puede sustituir parcialmente al segundo. Los aceites de algodón y cacahuate se asemejan más al de arroz en cuanto a composición pero este último tiene propiedades que lo hacen de mejor calidad, como por ejemplo el bajo punto de solidificación que permite un mejor empleo del aceite en alimentos refrigerados.

TABLA VIII - A
 ACIDOS GRASOS CONTENIDOS EN LOS ACEITES DE ARROZ,
 SEMILLA DE ALGODON Y CACAHUATE.

Análisis de Composición de Acidos Grasos	Olivo*	Arroz	Cacahuete	Algodón
Saturados		17.6	20.0	24
Oléico %	80.5	47.6	50.0	24.6
Linoléico %	6.9	34.0	30.0	51.0
Linoléico %	-	0.8	0	0
Indice de Yodo	83.7	102.3	95	109
Materia Insaponificable	0.8	2.7	0.5	0.5

* Bailey A. E.- Oil and Fat Products; Interscience Publishers Inc.-
 New York. (1945)

FUENTE: Feuge R. O.- Reed p.b.v.- Rice Bran Oil III.- Utilization
 as an Edible Oil.- Journal of American Oil Chemists' So-
 ciety Vol. 26 No. 7. 350. July (1949).

TABLA IX - A
 PROPIEDADES TERMICAS DE LOS ACEITES DE
 ARROZ, SEMILLA DE ALGODON Y CACAHUATE

Características	Arroz	Cacahuate	Algodón
Punto de Humo °F (A.O.C.S.)	415	445	425
Punto de Ignición °F (A.O.C.S.)	615	625	613
Punto de Inflamación °F (A.O.C.S.)	665	680	683
Punto de Turbidez °F (A.S.T.M.)	34	40	38
Punto de Solidificación °F (A.S.T.M.)	18	34	28

FUENTE: Feuge.- Reedi.- Rice Bran Oil III.- Utilization as an Edible Oil.- Journal of American Oil Chemists' Society.- Vol. 26 No. 7 pg.350 (July 1949).

TABLA N - A

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL ACEITE DE ARROZ

Propiedad	Aceite Crudo	Aceite Refinado	Aceite (3) Crudo
Densidad (20/4°C)	0.9215	0.9191	0.912 - 0.92
Indice de Refracción (N _D 40)	1.4654	1.4648	1.465 - 1.468
Títer (°C)	30 - 31	30	27 - 29
Color	-11.694 (1)	3.189 (1)	Amarillo 35, Rojo 6 (2)
Indice de Acidez	8.3 - 8.5	0.24 - 0.31	3 - 5
Indice de Saponificación	187 - 188	189 - 193	179 - 194
Indice de Yodo	99 - 100	101 - 102	92 - 109
Indice de Ester	179	190	176 - 189
Indice de Acetilo	- - -	4	8 - 10
Indice de Hidroxilo	- - -	5	- - -
Indice de Reichert Meissl	0.24	0.19	0.3 - 1.7
Indice de Polenske	0.20 - 0.23	0.14 - 0.2	menor 0.5
Material Insaponificable (%)	3.8	3.2	3 - 5 (3)
Pérdida por Refinación (%)	- - -	25 - 28	- - -

(1): Determinación Espectrofotométrica

(2): Determinación con Colorímetro Lovibond

(3): Bernardine L. & Brooks, G., - Sur la composition de pailles, des Coques et D'autres tissus vegetaux lignifies.- Paris Acad. de Sci Compt.- Rend. 206 (1938)

FUENTE: Reynoso Ibarra Irma.- Estudio Preliminar sobre el Aceite y Cera, contenidos en el pulido de arroz.- Su estabilidad. Sus Características.- Tesis Profesional.- U. N. A. M. México, D. F. (1959)

B. - Pasta de Arroz.

Se estima que la pasta de arroz que se obtiene como subproducto después de la extracción del aceite tiene la siguiente composición:

Harina:	91.40%
Agua :	7.85%
Aceite:	0.72%
Cera:	0.13%

La parte que corresponde a harina está integrada por proteína, fibra, cenizas y extracto no nitrogenado. No se disponen de análisis practicados sobre pulidos extractados para la determinación de estos componentes; sin embargo, suponiendo que sólo se extraen el aceite y la cera sin alterar el porcentaje proteínico contenido en la materia prima antes de la extracción, se propone el siguiente análisis en base seca.

ANALISIS DE LA HARINA RESIDUAL DE LA EXTRACCION DE ACEITE DE ARROZ

Humedad:	8.50%
Material graso:	0.50%
Nitrógeno:	3.60%
Proteína (N x 6.25)	22.60%
Cenizas:	27.80%
Potasio:	2.08%
Fósforo:	3.60%
Calcio:	3.40%
Cenizas insolubles en ácido:	5.60%
Fibra cruda:	18.70%
Azúcares totales calculados como azúcar invertido.	<u>3.80%</u>
Total:	100.18%

La estimación de los datos anteriores se efectuó en base a una publicación (32) en la que se trata de un pulido de arroz de - aproximadamente las mismas características del disponible para el caso de la planta en cuestión.

C. - Cera Extraída del Pulido de Arroz.

La cera de arroz presenta propiedades que la hacen sustituto posible de la cera de carnauba. Las principales características (3) se resumen a continuación:

Densidad (20/4°C)	0.90266
Indice de Refracción (N_D^{86})	1.4490
Punto de Fusión (°C)	78.1
Indice de Penetración	8.9
Indice de Acidez	8.8
Indice de Saponificación	125 - 127
Indice de Yodo	25 - 28
Indice de Ester	117
Indice de Acetilo	18
Indice de Hidroxilo	20
Material Insaponificable (%)	52

