

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



Aprovechamiento Integral de la Semilla de Cártamo

L. GUILLERMO PALLARES M.

INGENIERO QUIMICO

1977



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CAB. Tesis 1977
LBO M-~~315~~319
FECHA _____
PROC _____
S _____



PRESIDENTE: Enrique García Galeano

VOCAL: Guillermo Carzolio Pacheco

SECRETARIO: Antonio Frías Mendoza

1er. SUPLENTE: Rubén Berra García y Coss

2do. SUPLENTE: Mario Ramírez y Otero

Sitio donde se desarrolló el tema: Distrito Federal

SUSTENTANTES

L. Guillermo Pallares Martínez

Gilberto Wendlandt García

ASESOR

Enrique García Galeano

EN MEMORIA DE MI PADRE:
GUILLERMO PALLARES CARRASQUEDO.

A MI MADRE:
ESTHER MARTINEZ CARRILLO
Con cariño y profundo agradecimiento por
todo su apoyo brindado para la realización
de mi carrera profesional.

A MIS HERMANOS:

J. JESUS PALLARES MARTINEZ.
VICTOR MANUEL PALLARES MARTINEZ.
MA. DEL CARMEN PALLARES MARTINEZ.
MARA LAURA PALLARES MARTINEZ.
Por la ayuda y comprensión que siempre me
han brindado.

A MI TIO:

VICENTE PALLARES CARRASQUEDO.
Con la estimación y aprecio que siempre
le he tenido.

A MIS SOBRINOS:

L. GUILLERMO CASTELLANOS PALLARES.
CARMEN ERENDIRA CASTELLANOS PALLARES.
TULIO V. ORTIZ PALLARES.
HIRAM ORTIZ PALLARES.

CONTENIDO

INTRODUCCION

CAPITULO I GENERALIDADES SOBRE LA SEMILLA DE CARTAMO

CAPITULO II ESTUDIO DE MERCADO EN MEXICO

CAPITULO III PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS

MATERIA PRIMA

PRODUCTOS

a) ACEITE

b) PASTA

CAPITULO IV TEORIA GENERAL DE LA EXTRACCION

a) GENERALIDADES SOBRE LA EXTRACCION

b) TIPOS DE EXTRACCION

c) METODOS DE CALCULO DE LA EXTRACCION POR DISOLVENTE

d) PROCESO DE LA EXTRACCION POR DISOLVENTE

CAPITULO V ASPECTOS ECONOMICOS

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

Mediante datos estadísticos nos podemos dar cuenta que en México existe un Deficit anual en la producción de aceites vegetales comestibles, lo que hace necesario grandes importaciones tanto de aceites como de materia prima para la obtención de los mismos y así cubrir la demanda interna. Por lo tanto es de provecho para el país incrementar la producción de oleaginosas, tales como el cártamo, soya - ajonjolí etc.

En México el crecimiento de la producción agrícola de las oleaginosas, esta en función de los componentes dinámicos como superficie sembrada, rendimiento, precios y cambios en la demanda de los productos.

Al analizar la evaluación de producción nacional de oleaginosas en conjunto es necesario destacar los cultivos que contribuyen a la elaboración de aceites comestibles ya que son sustituibles en mayor o menor grado. En 10 años la producción de oleaginosas productoras de aceites comestibles se ha incrementado en 47.3%. al pasar de 190 mil toneladas en 1965 a 280 mil toneladas 1974.

La semilla de cártamo y soya cuya proporción de aceite es de 34% y 18% respectivamente, son las que representan, después algodón mayor producción en el país, y en el incremento de los cultivos es el de mayor relevancia actual.

Por los puntos de vista anteriores se escogió este tema para la elaboración del presente trabajo, en el cual se tratará de el procesamiento de la semilla de cártamo para la obtención de aceite, y --

disminuir en gran parte las crecientes importaciones de los aceites -
vegetales comestibles. Mostrando en este proyecto las características
y perspectivas de una planta extractora de aceite de cártamo y produco
ción de pasta residual localizando esta planta en el ejido de fundi--
ción Sonora en el Valle del yaqui.

GENERALIDADES SOBRE LA SEMILLA DE CARTAMO

El cártamo es una planta que da una semilla oleaginosa, originaria de Oriente. Desde hace siglos se ha cultivado en la India y Africa, de donde se extendió a varias zonas de Europa; en 1899 fue introducida en Estados Unidos de América; sin embargo, sólo 26 años después se distribuyeron en algunas estaciones experimentales semilla procedentes de Rusia.

Pequeños grupos de agricultores de Montana realizaron las primeras pruebas, utilizando un número reducido de líneas. El mejoramiento genético se inició en 1942, en la Universidad de Nebraska.

Desde 1905 ya se conocía la planta en México; se cultivaba en el estado de Guanajuato. Pero, no fue sino hasta 1948 cuando la oficina de estudios especiales de la Secretaría de Agricultura y Ganadería realizó una cantidad de experimentos en varios lugares de la República y encontró buena adaptación a las condiciones de clima y suelo en los estados de Morelos, Guanajuato y Jalisco. Más tarde, durante el ciclo invernal 1956-57, en el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste de Ciudad Obregón, Sonora se iniciaron algunos estudios para determinar las fechas de siembra y las variedades más adecuadas para la región.

El cártamo es una planta anual, tipo arbusto de tallo grueso, de la familia de las compuestas, multifloral. Su flor es de color purpúreo amarillo o blanco rojizo (depende de la variedad). Cada flor contiene de 20 a 100 florecillas, cada una de las cuales puede originar una semilla; es común una producción aproximada de 40 semillas -

por infloración. Al madurar, cada florequilla produce una semilla cuya forma es muy semejante a la del girasol, aunque de tamaño aproximadamente igual al de una semilla de cebada.

La planta está considerada como resistente a la sequía, sin embargo, esto no significa que lo sea integralmente, pues cuando menos debe haber en el suelo una reserva de agua de unos 2 a 2.5 metros de profundidad, que es extraída por las raíces penetrantes de la planta.

En zonas cálidas, donde se cuenta con una precipitación pluvial de 400 a 625 mm, si los cultivos están bien distribuidos, es posible obtener buenos rendimientos.

La planta se desarrolla mejor en suelos neutros, ligeros y profundos, de preferencia arcillolimosos o arenolimosos; los suelos arcillosos pesados o ligeroarenosos son menos adecuados.

Entre las variedades comerciales más comunes, se tienen: N6, N10, N852, Australiana sin espinas y Gila.

ESTUDIO DE MERCADO

ASPECTOS AGRICOLAS GENERALES Y PRODUCCION NACIONAL DE CARTAMO

El cártamo se clasifica dentro de las oleaginosas y su semilla tiene un contenido de aceite mayor que las de soya. El cultivo puede realizarse en suelos de barrial y aluvión; su evolución vegetativa requiere de poca agua y costos de producción relativamente bajos por hectárea con rendimientos en condiciones normales en temporal de 1,000-1,250 kg/hectárea y en riego de 1,500 a 2,000 o más kg/ha. Aunque la producción mayor de esta oleaginosa en México se concentra en Sonora y Sinaloa, también importantes las cosechas de Mexicali, Valle de Sto. Domingo, Ciénaga de Chapala de la Región Lagunera y del Sur de Tamaulipas. La recolección de cosecha se inicia a partir del mes de abril en el sur de Tamaulipas y concluye a fines de julio en Sinaloa y a principios de agosto en Sonora. Las variedades más importantes son Gila, Humaya 65, Saffola 208 y Safola 202. —

La producción de esta oleaginosa es relativamente reciente en nuestro país. En el ciclo agrícola 1960-61 se cultivaron 25,680 hectáreas de cártamo, obteniéndose una producción de 32,046 toneladas. A partir de ese ciclo se observan incrementos constantes tanto en superficie como en producción, además de una mejoría en los índices de productividad. Como excepción, es necesario señalar que en el ciclo 1968-69 se presentó un descenso en la producción bastante significativo, tanto en el país como en el Estado de Sonora, debido principalmente a las lluvias excesivas y a la incidencia de plagas, lo que originó un descenso en los rendimientos unitarios, como puede observarse

en el cuadro II-1. A partir de ese ciclo la producción mantuvo un ritmo de incremento sostenido al aumentar la superficie sembrada, hasta que se registró la mayor producción de cártamo en la historia, la cual alcanzó las 411,523 toneladas en 1971. En el año siguiente se presentó una notable baja en la producción nacional, cosechándose -- 271,302 toneladas, cifra que se mantuvo con poca variación durante -- 1973 y 1974. Los altos precios registrados en este año estimularon a los agricultores del Noroeste a utilizar las áreas que se dejaron de sembrar con algodón en el cultivo de cártamo, principalmente durante el ciclo otoño invierno 1974-1975, lo que compensó en cierta medida -- la reducción en la producción de aceite de algodón, ya que una hectárea de cártamo produce en promedio semilla para obtener 520 kilogramos de aceite, pero redujo la producción de harinolina porque la pasta de cártamo no es sustituto de aquella. La producción de cártamo -- se incrementó entre los ciclos otoño-invierno 1974-1975 y el homólogo anterior en aproximadamente 240 mil toneladas, al pasar de 275 mil toneladas a casi 515 mil, lo que significa un incremento de 87.2%. Ver cuadro

II-2. En 1975 se presentaron los efectos del aumento de la producción de esta oleaginosa al reducirse su precio al mayoreo durante el segundo trimestre del año, pasando de un máximo de 4,300 pesos por tonelada, registrado durante 1974, hasta un mínimo de 3,600 pesos por tonelada durante el tercer trimestre de 1975, y a 2,500 pesos por tonelada durante el cuarto trimestre, con lo que se igualó el precio de garantía.

A pesar de las variaciones cíclicas consignadas a lo largo de-

la última década, la producción de cártamo presenta una tendencia - -
ascendente que registrará muy probables nuevas variaciones temporales
dentro del mismo crecimiento, debidas principalmente a la ciclicidad-
propiciada por el precio de la semilla, aceite y pasta.

CUADRO II-1

SUPERFICIE COSECHADA, RENDIMIENTO Y PRODUCCION
DE CARTAMO EN LA REPUBLICA MEXICANA

Años	REPUBLICA MEXICANA		
	Superficie Cosechada Has	Rendimiento Ton/Ha	Producción Ton
1965	58,805	1.354	79,626
1966	164,933	1.432	236,243
1967	100,314	1.486	149,043
1968	185,748	1.191	102,145
1969	144,565	1.445	208,927
1970	175,391	1.666	292,277
1971	261,039	1.576	411,523
1972	198,837	1.364	271,302
1973	197,992	1.506	298,170
1974	192,289	1.431	275,082
1975	360,839	1.427	514,958

FUENTE: Dirección General de Economía Agrícola, S.A.G.
y C.A.A.D.E.S.

CUADRO II-2

ESTIMACIONES DE SUPERFICIE Y PRODUCCION DE CARTAMO

CICLO INVIERNO 74-75

Estado	Superficie Has	Producción Ton	Rendimiento Ton/Ha
B. California Norte	14,646	29,292	2.000
Campeche	45	45	1.000
Coahuila	7,500	8,999	1.199
Chihuahua	2,452	2,452	1.000
Jalisco	750	1,124	1.498
Michoacán	7,575	7,575	1.000
Nayarit	1,153	1.820	1.578
Nuevo León	1,279	1,662	1.299
Quintana Roo	1,470	800	0.544
San Luis Potosí	2,975	3,225	1.084
Sinaloa	168,038	219,434	1.305
Sonora	100,546	186,010	1.849
Tamaulipas	52,150	52,000	1.000
Baja California Sur	260	520	2.000
T o t a l	360,839	514,958	1.427

FUENTE: D.G.E.A., S.A.G.

Consideraciones Sobre la Evaluación Futura

Aunque en términos absolutos la producción de cártamo en Sonora va en constante aumento, es importante señalar aspectos en los que puede fundamentarse el comportamiento de la producción futura, destacando primeramente que el mercado de los productos de consumo final - derivados de las oleaginosas, e implícitamente el uso alternativo de la tierra, así como la incorporación de nuevas superficies de cultivo, son sus condicionantes básicos.

Actualmente la producción de oleaginosas en México no es suficiente para cubrir la demanda nacional y su ritmo de crecimiento es menor al de ésta; las cuantiosas importaciones seguirán, por lo tanto, registrándose hasta que la producción nacional a través del mejoramiento de los cultivos y variedades y la apertura de nuevos proyectos de irrigación, se eleve de tal manera que el país sea autosuficiente.

Para 1976 se prevén importaciones de más de 150 mil toneladas de soya, 75 mil toneladas de semilla de algodón y 10 mil toneladas de aceite de soya.

El noroeste del país produce casi la totalidad de cártamo y es donde se encuentran hasta la fecha las mejores condiciones de cultivo y la agricultura más tecnificada. En los últimos años se han incorporado nuevas tierras al cultivo de estas oleaginosas en otras regiones de la República, pero los resultados obtenidos en cuanto a rendimientos y producción distan de ser similares a los que se han obtenido -- tradicionalmente en Sonora y Sinaloa.

Por otra parte, el consumo de aceites y pastas, que se incre--

menta paulatinamente, como se trata en el punto correspondiente a la Demanda, requerirá de cada vez mayores volúmenes de producción de cártamo, y si hasta hace algunos años, los precios pagados al agricultor no habían propiciado los aumentos necesarios de producción, el precio de garantía del cártamo se incrementó en 1975 hasta alcanzar 3,500 -- \$/ton, mientras que el precio pagado por la industria era de 4,300 -- \$/ton, con lo que durante el año se presentaron los efectos del aumento de la producción ocasionada, y el precio que pagó la industria por esta oleaginosa disminuyó en el tercer trimestre de este año, hasta 3,500 \$/ton, igualando el precio de garantía. La CONASUPO ha anunciado un incremento en el precio de garantía del cártamo para el ciclo agrícola 1976-77, de 3,500 a 3,700 pesos/ton.

Actualmente la producción de cártamo está sujeta a variaciones cíclicas como la antes descrita, lo cual muy probablemente tenderá a subsanarse en un futuro próximo en la medida en que se adecúen los programas de siembra a los requerimientos del país.

Dado que la mayor parte de la producción de oleaginosas de Sonora se procesa en plantas localizadas en Guadalajara y el Distrito Federal, y que la industria paga precios LAB planta, es fácil prever que al establecerse más industrias extractoras en el Estado, ello constituirá un incentivo para el agricultor local, ya que sus ventas del producto serán más directas y sus gastos de transporte se reducirán.

EL PRODUCTO.- CARACTERISTICAS Y USOS

ACEITE CRUDO Y PASTA DE CARTAMO

Características

Los productos inmediatos del procesamiento de las semillas oleaginosas son el aceite crudo y la pasta; este proyecto contempla la producción de aceite crudo y pasta cártamo.

El aceite crudo de cártamo es un líquido graso de olor y sabor también característicos y agradables, que le son transferidos por los ácidos grasos que lo componen en proporción del 95%. Su calidad como aceite comestible es mejor al del aceite de soya y es preferido por su propiedad de no aumentar el colesterol en la sangre humana.

Las pastas son el residuo sólido que se obtiene después de la extracción de aceite de la semilla y se han considerado tradicionalmente como un subproducto, aunque constituyen, en realidad la materia prima fundamental para la elaboración de alimentos balanceados para animales y en un futuro próximo serán utilizados en mayor escala que en actualidad, para elaborar alimentos de consumo humano, por su alto contenido de proteínas.

La pasta de cártamo contiene 36% de proteínas, el resto de carbohidratos, humedad, aceite en casi la misma proporción que la pasta de soya, y fibra en alto porcentaje, por lo que tiene menor demanda que aquella.

Usos

La principal utilización actual del aceite crudo de cártamo es su consumo como aceite comestible, después de que es refinado, deodori-

zado y decolorado. En menor escala se utiliza para elaborar margari--
nas.

Los productos que existen en el mercado están formados en su -
mayoría por mezclas de aceites formulados tomando en cuenta su costo-
calidad, esto es, que se puede presentar aceite de buena calidad como
el de cártamo combinado con otro de calidad menor y de más bajo costo.
Existen también aceites puros, que se venden a un mayor precio, como-
el de cártamo; y otros a precio menor, como el de soya, que tiene tam-
bién menor demanda por su sabor y olor característicos.

Subproductos

Tradicionalmente se considera como producto principal al acei-
te, y como subproducto a la pasta; en este estudio se toman ambos co-
mo productos principales y como subproductos a la cascarilla que se -
obtiene en la operación de descortizado de la semilla y a las gomas -
resultantes de la centrifugación del aceite crudo antes de almacenar-
lo para su venta.

La cascarilla de cartamo rinde 5% y se utiliza como alimento -
directo para ganado mayor. La lecitina tiene amplia utilización en la
industria de alimentos, principalmente dulces y confituras.

PRODUCTOS SUSTITUTIVOS O SIMILARES

Los aceites vegetales comestibles provienen de las semillas de
cártamo, soya, ajonjolí, girasol, y en menor escala algodón. Puede --
considerarse que la producción de aceite de las cuatro primeras olea-
ginosas se consume, previa refinación, como aceite comestible. El - -

ite de algodón se utiliza casi en su totalidad en la elaboración de manteca vegetal, por lo que es considerado aparte para los fines de este estudio.

Los usos alternativos de los aceites vegetales mencionados son muy reducidos y como toda su producción se destina al consumo humano; es práctica común en la industria, el presentar los productos al consumidor en muy diversas combinaciones. El aceite de soya generalmente se envasa mezclado con el de cártamo en proporciones que varían de acuerdo con la marca, entre 30 y 60% y existe también en el mercado algunas marcas de aceite puro de soya que no tienen preferencia generalizada, debido a su sabor y olor poco agradable, especialmente cuando no se refinan en forma adecuada.

El aceite de cártamo, en cambio, sí puede consumirse 100% pura ya que sus características organolépticas determinan que su capacidad comestible sea mayor que los demás aceites, y permiten que se mezcle en diversos grados con éstos.

El aceite de soya ha venido incrementando su participación en el mercado nacional de aceites vegetales comestibles debido principalmente a que se incluye cada vez más en las mezclas que constituyen estos productos; tal situación se refleja en forma objetiva al analizar la composición porcentual del consumo aparente de los últimos diez años. La tendencia de la participación del aceite de soya puede seguir aumentando en la medida en que el consumidor acepte productos que lo contengan cada vez en mayores cantidades. En el año de 1975, se estima que constituyó el 30% del

consumo aparente de aceites vegetales comestibles, y de acuerdo con su tendencia calculada y la tendencia de la producción de otras oleaginosas, su participación seguirá aumentando. En este estudio se ha considerado que su porcentaje de participación se mantendría constante una vez rebasado el 55.7% del consumo nacional aparente de aceites comestibles, tomando en cuenta la proporción real máxima en que interviene en los productos existentes en el mercado.

Por lo que toca a la intervención del aceite de cártamo en el indicador de consumo nacional, puede establecerse que se ha mantenido constante y aparentemente continuará participando en una proporción media de 27%. Los aceites de girasol y ajonjolí cubren el resto del consumo nacional de aceites comestibles; la participación del de ajonjolí se ha mantenido constante durante los últimos 5 años, y la del girasol ha venido decreciendo debido a su baja producción.

Es conveniente analizar de manera conjunta la situación de las oleaginosas que intervienen en la elaboración de aceites comestibles, ya que todas son sustituibles entre sí, en mayor o menor grado.

El incremento de la producción nacional de aceite de soya de 1970 a 1975 ha sido del 272%; su participación porcentual en el total del aceite producido y en el consumo nacional aparente se ha incrementado en una forma sin precedentes: Hasta 1975 ha sido consumido en mezclas con aceites de cártamo; el aceite de soya 100% puro no es aceptado del todo por el consumidor.

La producción de aceite de cártamo en México va también en aumento, aunque no en la misma proporción que el de soya. El cultivo-

de esta semilla oleaginosa es de los más redituables. La perspectiva competitiva del aceite de cártamo y su mezcla con el de soya permiten asegurar a ambos, de acuerdo con sus tendencias de consumo, amplia participación futura en el mercado.

El mercado de la pasta de soya muestra una demanda que no se alcanza a satisfacer con la producción nacional, de modo que se importa en grandes volúmenes. Su contenido de proteínas sólo es superado por el de la harina de pescado, lo que conduce a establecer que puede ser un producto competidor importante, pero por otro lado, es fácil notar que la sustitución se inclinaría por aquellas pastas de valor protéico menor que el de la pasta de soya. La pasta de cártamo se utiliza mezclada con otras pastas para hacerla más digerible, ya que por sí sola tiene poco valor, porque su contenido de fibra es muy alto.

Ajonjolí

Su semilla contiene 47% de aceite y su pasta contiene 44% de proteínas. El rendimiento de aceite, que es el mayor de todas las oleaginosas, y la buena calidad de supasta, hacen que se le considere como la más notable industrialmente, aunque no posee el potencial de la soya. Sin embargo, desde el punto de vista agrícola es un cultivo de bajos rendimientos por hectárea y altos costos, debido a la cantidad de mano de obra que requiere. En Sonora la mayor parte de sus cultivos son de temporal y se encuentran casi exclusivamente en la zona de los altos.

A nivel nacional, en 1972 la producción de cártamo desplazó a la de ajonjolí, y en 1973 la de soya lo desplazó hasta el cuarto lugar

de importancia en la producción de oleaginosas.

El aceite y la pasta de ajonjolí se pueden considerar como competidores de nivel medio.

Algodón

En México ha habido una reducción drástica en la producción de algodón. El panorama muestra que demora varios años en recuperarse, y si se logra, se deberá al resurgimiento del uso de su fibra, muy reprimido por la competencia de las fibras artificiales, y no al interés que tenga el agricultor por el mercado de semilla oleaginosa. Además su aprovechamiento industrial se enfoca a la hidrogenación del aceite para producir manteca vegetal.

La pasta o harinolina de algodón contiene de 39 a 45% de proteínas y posee amplio mercado en la industria de alimentos balanceados para ganado bovino.

En el noroeste del país, su cultivo ha ido sustituyéndose por cultivos de soya y cártamo.

Girasol

El cultivo del girasol es reciente en México, ya que fue programado en gran escala por primera vez en 1971. Su producción decreció de 24,000 toneladas en ese año a sólo 3,000 en 1975. Se espera que su producción pueda aumentar dentro de algunos años, al determinarse las condiciones óptimas para su mayor rendimiento. El aceite de girasol no ha representado competencia seria para los de cártamo y soya, pero debido a que contiene 48% de aceite y su pasta es de buena cali-

dad, puede esperarse un incremento futuro en su producción y consumo.

Otras Oleaginosas

El aceite de copra sólo participa con el 18% como aceite comestible en la producción nacional. La mayor aplicación industrial del aceite está en la fabricación de jabón. Rinde 60% de aceite y 30% de pasta con un contenido de 21% de proteínas, que se utiliza como alimento para ganado bovino.

El aceite de cacahuete poco significa en cuanto a competencia, ya que esa oleaginosa se utiliza más como fruta seca y tiene su producción actual un déficit agudo respecto a su demanda.

El aceite de maíz es un producto cuya importancia como competidor de las oleaginosas es mínima, a pesar de que se produce alrededor de 3,500 toneladas anuales.

Los aceites de nabo, coquito de aceite, palma africana y aceituna tienen consumos más restringidos y se producen en pequeña escala, por lo que no se consideran como competidores importantes.

Grasas Animales

MANTECA DE CERDO.- En los últimos años, la población de cerdos y la cantidad de cerdos sacrificados han tenido una tasa de crecimiento de 5.9% anual, mientras que la tasa de crecimiento de la población es de 3.5% anual.

Considerando que la manteca de cerdo producida representa casi una cuarta parte del total de grasas y aceites comestibles, es evidente que el consumo de manteca de cerdo tiene un valor significativo --

dentro del de grasas y aceites.

Puede concluirse que mientras el país continúe no siendo auto-suficiente y el consumo por cápita se mantenga sin alteraciones, todos los aceites vegetales son sustituibles entre sí.

Las pastas, en cambio, por sus características protéicas y por las necesidades nutritivas de los animales a que se destinan, presentan un menor grado de sustitución. Consecuentemente, la sustitución no es igual para todas. Las que tienen mayor demanda son las pastas de soya y ajonjolí por su alto contenido de proteínas. Su principal producto competidor es la harina de pescado que se está produciendo e importando cada vez en mayores cantidades.

EL AREA DEL MERCADO

1.- La Industria Refinadora de Aceites Crudos

El consumo de aceite crudo de cártamo por las industrias refinadoras, lo caracteriza como producto de consumo intermedio, cuya demanda está condicionada por la demanda del producto que llega al consumidor. Asimismo, la pasta de cártamo productos de consumo intermedio, ya que se utilizan como materia prima en la industria de alimentos balanceados y en la industria productora de harinas de soya y productos derivados para consumo humano.

El estudio de la localización de la industria aceitera, especialmente de las plantas que cuentan con proceso de refinación de aceite crudo, muestra que la ubicación de las refinadoras está orientada hacia los centros de mayor consumo del producto final, que son las zonas más densamente pobladas, sobre todo el centro del país. Se-

destaca que el Estado de Sonora está geográficamente fuera del mercado principal del producto final, pero que la instalación de una planta extractora de aceites en la entidad competiría ventajosamente por su acceso a la materia prima.

El número de plantas que procesan cártamo en el país es 29 y su capacidad instalada es de 5,845 ton/día; exclusivamente aceites de soya, cártamo y en menor escala, de girasol y ajonjolí.

El cuadro No. II-3 muestra que el mayor número de refinadoras se encuentra en Jalisco. Distrito Federal, Michoacán y Estado de México. La capacidad instalada de las 16 refinadoras ubicadas en los Estados antes mencionados es de 1,625 ton/día y se encuentran operando alrededor del 60% de su capacidad. Es factible prever entonces, que pueden aumentar su producción de aceite comestible al captar mayores volúmenes de aceite crudo proveniente de plantas extractoras que se encuentran en las áreas de producción agrícola.

2. La Industria de Alimentos Balanceados

Por otra parte, existen 70 fábricas de alimentos balanceados en la República, con una capacidad instalada de 9,589 ton/día. Estas empresas absorben alrededor del 70% de la pasta de cártamo para producir alimentos para ganado mayor. El resto en ambos casos es consumido directamente.

La oferta de pasta de cártamo se encuentra relacionada con la producción de el aceite crudo respectivo, por consiguiente, la capacidad aprovechada de las plantas de alimentos balanceados se encuentra limitada por la capacidad aprovechada de la industria aceitera, por

CAPACIDAD Y LOCALIZACION DE LAS PLANTAS
PROCESADORAS DE CARTAMO EN MEXICO

Entidad	No. de Plantas	Materia Prima	Capacidad Instalada Ton/día	Número de Refinadoras	Zona de Abastecimiento
B. California-Sur y Norte	4	Cártamo	870	1	BC y Sonora
Sonora	7	Soya y Cártamo	2,300	3	Sinaloa y Sonora
Sinaloa	4	Soya y Cártamo	380	1	Sinaloa y Sonora
Jalisco	5	Soya y Cártamo	720	4	Sinaloa y Sonora
Michoacán	2	Soya y Cártamo	150	2	Sinaloa y Sonora
Estado de Méxi co	2	Soya y Cártamo	500	2	Sinaloa y Sonora
Nuevo León	1	Soya y Cártamo	250	1	Tamaulipas
Distrito Fede- ral	4	Soya y Cártamo	675	2	Sinaloa y Sonora
T o t a l	29	Soyá y Cártamo	5,845	16	

FUENTE: Investigación Directa.

19

lo que se puede incrementar la producción de alimentos balanceados si aumenta la oferta de la pasta.

La industria de alimentos balanceados se integra en la actualidad por los siguientes grupos principales:

- Anderson Clayton & Co., S.A.
- Ralston Purina de México, S.A. de C.V.
- ALBAMEX
- Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos Pecuarios Balanceados

Estos grupos tienen plantas distribuidas en los centros de mayor consumo, por consiguiente adquieren las pastas de los extractores más cercanos.

ANALISIS DE LA OFERTA

Características de la Industria de Aceites Comestibles en México.

Las plantas procesadoras de oleaginosas que actualmente componen la industria aceitera nacional son 86. Tiene diversas capacidades, así como diferentes grados de integración industrial y adelanto técnico.

El grado de integración industrial de los molinos de oleaginosas es proporcional al adelanto técnico del proceso empleado y se pueden clasificar según el producto que obtienen, en:

- Molinos o Extractores
- Fábricas de Productos Terminados
- Maquiladoras

1) Molinos o Extractores

El primer procesamiento que reciben las oleaginosas es la extracción de aceite y la obtención de pasta, lo que se realiza en plantas que se encuentran tanto en las zonas productoras de materia prima, como en los centros de consumo de los productos. La característica principal de los molinos o extractores es que generalmente pertenecen a grupos industriales que para disminuir sus costos de producción y abastecimiento de aceites crudos, instalan estas plantas cerca de las zonas agrícolas donde se cultivan oleaginosas.

2) Fábricas de Productos Terminados

Estas se caracterizan por obtener aceite crudo, pasta, y aceite refinado o manteca vegetal, es decir, además de extraer el aceite, lo refinan y comercializan, siendo vertical el grado de industrialización. Las fábricas de productos terminados están orientadas hacia los centros de consumo, principalmente de los aceites, por lo que tienen que para su operación requieren del abastecimiento de semilla, que es transportada desde las zonas productoras.

3) Maquiladoras

Las empresas maquiladoras realizan operaciones de acuerdo con las solicitudes que reciben para la obtención de aceite crudo y pasta o para refinar el aceite crudo. El servicio puede también consistir en el procesamiento total de la semilla hasta obtener aceite refinado. La denominación de "maquiladoras" es en la mayoría de los casos eventual, ya que las industrias que maquilan lo hacen para aprovechar su capacidad instalada sobrante, después de obtener sus propios productos.

Según el grado de industrialización y atendiendo al tipo de proceso de extracción que utilizan, la industria aceitera nacional se conforma de 29 plantas de Expeller-Solvente, 51 plantas de Expeller, 5 plantas de extracción por solvente y 1 planta de extracción hidráulica. Del total, 32 factorías tienen planta refinadora de aceite crudo y 54 son únicamente extractoras; de estas últimas, 22 producen aceite de algodón hasta la fecha, y el resto son plantas que procesan otras oleaginosas y sus derivados. Las 32 plantas que cuentan con refinadora, elaboran aceites comestibles. Ver cuadro II - 4.

CUADRO II-4

TECNICA EMPLEADA Y GRADO DE INDUSTRIALIZACION DE LA INDUSTRIA DE ACEITES COMESTIBLES EN MEXICO
No. DE PLANTA

Técnica Empleada	GRADO DE INDUSTRIALIZACION		Total
	Extracción	Refinación	
Solvente	5	--	5
Expeller-Solvente	12	17	29
Expeller	36	15	50
Prensa Hidráulica	1	--	1
T o t a l	54	32	86

FUENTE: Investigación Directa.

Localización y Capacidad Instalada

1.- Localización

Las plantas procesadoras de oleaginosas se encuentran localiza
as en las zonas productoras y en los centros de consumo.

Es conveniente destacar tres tipos de plantas de acuerdo a su
capacidad instalada, antes de analizar su localización; éstos se pue-
en agrupar en plantas grandes, medianas y pequeñas y su jerarquía --
está relacionada con la localización:

En las principales zonas agrícolas productoras se encuentran -
veve de las diez grandes plantas cuya capacidad es mayor a 300 ton/-
ía la otra, con esta capacidad, se encuentra en Puebla. La capacidad
instalada total de las diez mayores plantas es de 3,330 ton/día.

Las plantas de capacidad media, entre 150 y 250 toneladas dia-
as se encuentran orientadas hacia los centros de consumo, ya que en
as zonas productoras hay sólo tres plantas, y en aquellas, existen -

nueve. La capacidad instalada total es de 2,580 ton/día, con una capacidad instalada menor a 150 ton/día, se encuentran en la República 64 plantas. En las zonas productoras se encuentran 23, de las cuales 7 son también refinadoras de aceite. En los centros de consumo hay 41 plantas, de las que 17 son refinadoras. La capacidad total de estas 64 plantas es de 3,187 ton/día.

Es evidente que la distribución de la industria aceitera tiende a colocar a las plantas extractivas de mayor capacidad cerca de los centros de producción de oleaginosas. En este caso, el perfil de CONASUPO es, y seguramente habrá de ser importante.

Las plantas de mediana capacidad, principalmente extractoras que se encuentran cerca de la materia prima son, a la fecha muy pocas. Actualmente se promueve la instalación de este tipo de planta, especialmente en el noroeste del país, donde diversas instituciones realizan estudios para plantas de mediana capacidad. El mercado de los productos ya refinados en las grandes zonas de población determina por otra parte, que hacia esos lugares se polarice hasta la fecha la localización de estas industrias, sobre todo las refinadoras. Evidentemente, la instalación de nuevas plantas en los centros de producción afectaría a las empresas extractoras y extractoras-refinadoras que se localizan lejos de la materia prima, aunque en menor grado, a estas últimas.

La posición competitiva de las plantas extractoras que se localizan en las áreas agrícolas productoras de oleaginosas puede contemplarse tomando en consideración que el suministro de semilla se realiza directamente de los productores cercanos; la materia prima se com-

24

pra en esta industria LAB planta y por ende, el precio que se paga por ella es significativamente menor al que pagan las plantas que se encuentran lejos de las zonas productoras. Los costos de transporte más importantes que tienen que cubrir son los correspondientes al envío de aceite crudo a las refinadoras. Esas erogaciones son proporcionalmente menores, ya que resulta más barato transportar aceite, que pagar precios altos, por materia prima que proviene de zonas alejadas.

Si bien, el mercado de los centros de consumo puede considerarse estable, no puede lo mismo con la producción agrícola. En la actualidad se encuentran cerradas varias empresas de Baja California, entre ellos una con capacidad de 400 ton/día, y en Tamaulipas se encuentran operando las plantas a baja capacidad. Este es consecuencia de que la producción de semilla de algodón ha bajado drásticamente y de que los altos costos de transporte de materia prima desde otros lugares, y de los productos hacia los centros de consumo ha incrementado el costo de producción, haciendo incosteable en funcionamiento.

2.- Capacidad Instalada

Considerando únicamente las 86 factorías en operación de capacidad conocida, se observa que en 20 de ellas se concentra el 61.6% del total de la capacidad instalada nacional, en tanto que a 51 plantas les corresponde el 20.8% y el resto se distribuye entre 15 plantas, como se observa en el cuadro No. II-5.

CUADRO II-5

CAPACIDAD INSTALADA EN LA INDUSTRIA EXTRACTORA DE ACEITES COMESTIBLES
(TON/24 h)

Capacidad Instalada	No. de Plantas		Capacidad Total por Grupo	
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa
300 - 400	10	11.63	3,630	37.87
200 - 250	10	11.63	2,280	23.78
100 - 250	15	17.44	1,675	17.47
menor a 100	51	59.30	2,002	20.88
T o t a l	86	100.00	9,587	100.00

Este fenómeno de concentración se aprecia más si en lugar de considerar la capacidad instalada por plantas, se hace por grupos industriales; solamente tres grupos tienen casi la mitad de la capacidad instalada: Anderson Clayton, Industrias González e Industrias Conasupo, que en los últimos años ha adquirido algunas plantas que eran propiedad de Empresas Longoria.

La concentración y la capacidad instalada de la industria aceitera se analiza a continuación por entidades.

Jalisco.- Las plantas se encuentran enclavadas principalmente en Guadalajara. Es la entidad más importante en cuanto a número de extractoras, ya que cuenta con 21 plantas cuya capacidad de molienda conjunta es de 1,696 ton/día, que representa el 17.70% del total nacional. Existen 7 refinadoras de aceite.

Sonora.- En este Estado existen 6 extractoras con una capacidad total de 2,300 toneladas por día, que representa el 24% del total na-

cional.

La magnitud de las instalaciones es la más sobresaliente, ya que su capacidad fluctúa entre los 250 y 400 ton/día, con excepciones de una de 50 ton/día. Existe instalado equipo de refinación, pero actualmente no se encuentra en operación debido a que sus marcas no están lo suficientemente acreditadas, por lo que toda la producción se envía al Distrito Federal y a Guadalajara, donde se envasa con marcas conocidas y se distribuye a todo el país.

Baja California (Norte y Sur).- En estos Estados las aceiteras están localizadas en Mexicali (3) y en La Paz (1), con una capacidad de molienda de 870 ton/día, equivalente al 9,08% del país.

Distrito Federal.- Se encuentran 3 plantas extractoras y 6 refinadoras. Las plantas refinadoras tienen como principal centro de consumo de sus productos a la misma ciudad de México. La capacidad de extracción diaria es de 824 ton/día, correspondiente al 8.60% del total.

Estado de México.- Su capacidad instalada es de 756 ton/día y cuenta con 6 plantas extractoras, con el 7.89 de la capacidad nacional. De las 6 fábricas, 3 cuentan con refinadora de aceite.

Durango.- Existe una capacidad instalada de 570 ton/día que representa el 5.95% del total, repartida en 3 extractoras, de las cuales 2 refinan aceite.

Sinaloa.- En el Estado donde se produce más de la mitad de cántamo del país, sólo se encuentra el 3.97% de la capacidad instalada nacional. Existen cuatro plantas extractoras cuya capacidad conjunta-

LOCALIZACION Y CAPACIDAD INSTALADA DE LA INDUSTRIA DE ACEITES COMESTIBLES EN MEXICO

ESTADO	TECNICA EMPLEADA			Total de Plantas	Capacidad Diaria Total (ton/24 h)	No. de Refinadoras	% de la Capacidad Instalada en México
	Expeller	Exp-Solvente	Solvente				
<u>Zonas productoras - de materia prima</u>							
B.C. Norte y Sur	2	2	-	4	870	1	9.08
Sonora	1	4	2	7	2,300	3	24.00
Sinaloa	1	2	1	4	380	1	3.97
Michoacán	4	2	-	6	251	2	2.62
Tamaulipas	2	-	-	3*	380	1	3.97
Coahuila	2	1	-	3	380	1	3.97
Chihuahua	2	-	-	2	180	1	1.88
Durango	1	2	-	3	570	2	5.95
Colima	2	-	-	2	80	-	0.84
Tabasco	1	-	-	1	55	-	0.58
T o t a l	18	13	3	35	5,446	12	56.86
<u>Zonas de Consumo</u>							
Distrito Federal	9	4	-	13	824	6	8.60
Estado de México	4	2	-	6	756	3	7.89
Guanajuato	1	-	-	1	14	-	0.15
Jalisco	12	8	1	21	1,696	7	17.70
Nuevo León	2	1	-	3	380	-	3.97
Puebla	3	-	1	4	343	3	3.58
San Luis potosí	1	-	-	1	8	-	0.09
Veracruz	1	-	-	1	50	1	0.53
Yucatán	-	1	-	1	60	-	0.63
T o t a l	33	16	2	51	1,431	20	43.14

* Una planta es de prensa hidráulica.

FUENTE: Secretaria de la Presidencia.

es de 380 ton/día, solo una de estas cuenta con refinadora, pero sus productos tienen poca participación de mercado.

Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.- Los tres Estados tienen la misma capacidad de molienda, con 380 ton/día cada uno, o sea el 11.91% del país.

El 10.9% restante de la capacidad instalada en la República se encuentra ubicado en diversas zonas, sobresaliendo en importancia los Estados de Michoacán y Puebla que cuentan con 5 refinadoras, de las que 3 están en Puebla y 2 en Morelia.

El cuadro No. II-6 muestra la distribución y la técnica empleada de la industria aceitera en México e incluye las características más importantes de las plantas por Estado, y zona de consumo.

Capacidad Aprovechada

Las características más importantes de la industria aceitera nacional es que su localización determina diferentes grados de aprovechamiento de su capacidad instalada. Las plantas que se encuentran en las zonas productoras de soya y cártamo de Sinaloa y Sonora son las que aprovechan al máximo su capacidad, que hasta 1974 fue de 2,450 ton/día y representó casi el 42% de la capacidad instalada de las plantas en que se procesan soya y cártamo en la República. El 58% restante se encuentra en zonas de menor producción agrícola o en las zonas de consumo de los productos finales.

A nivel nacional, en cambio, la capacidad aprovechada es alrededor del 57% de la instalada, ya que en 1975 se procesaron alrededor de 1.968,000 ton y la capacidad total instalada fue de 9,587 ton/día, lo que asumiendo 360 días hábiles al año arrojan el 57% mencionado. Este nivel se ha sostenido durante los últimos años.

El número de plantas procesadoras de oleaginosas en el ámbito nacional se incrementó en 14% de 1960 a 1965. De 1965 a 1970 el aumento fue de sólo 0.35%, y en 1975 las 86 plantas corresponden a una baja de 6.4% en relación a 1970. Aún cuando se ha reducido el número de plantas procesadoras de oleaginosas, la capacidad potencial de molienda ha aumentado en un 8%, debido a cambios en el proceso empleado, adaptando a los molinos o expellers, equipos modernos de extracción continua por solventes. Los indicadores económicos más importantes de la evolución de la industria aceitera durante los años 60 se muestran en el cuadro II - 7 .

CUADRO II-7

EVOLUCION DE LA INDUSTRIA DE ACEITES COMESTIBLES
EN MEXICO (MILLARES DE PESOS)

Concepto	1960	1965	1970	% Incremento 1960 - 1970
Inversión en Activos Fijos	1.047,486	1.843,616	2.507,376	139.3
Sueldos y Salarios	65,192	174,811	234,287	259.3
Materia Prima*	1.240,049	2.597,814	3.584,705	189.0
No. de Empleados	5,671	9,578	10,932	92.7

* Incluye materias primas e insumos auxiliares.
FUENTE: VII, VIII y IX CENSO INDUSTRIAL, S.I.C.

DEMANDA

DEMANDA DE ACEITES DE CARTAMO

Antecedentes

El consumo de aceites vegetales comestibles se ha incrementado de 195 130 toneladas en 1964 a 352 423 toneladas en 1974, en función del crecimiento de la población y de los niveles de vida de la masa.

De todos los aceites vegetales comestibles el de soya es el que presenta una mayor tasa de crecimiento en el consumo, con un 12% anual. El consumo de aceite de cártamo le sigue en importancia con 19.29% anual, y el correspondiente al aceite de ajonjolí decrece en 2% al año. El aceite de algodón a partir de 1970 no fue consumido directamente, sino que su producción decreciente se canalizó a la elaboración de manteca vegetal, por lo que se ha considerado --

aparte en este estudio.

Lo anterior indica que los aceites de soya y cártamo son los más importantes en cantidad consumida en el país, por lo -- que la producción de éstas oleaginosas se ha incrementado extra ordinariamente y éstos son en la actualidad los cultivos que pa gan los mejores dividendos a los agricultores.

FACTORES CONDICIONANTES DE LA DEMANDA

Los aceites crudos de soya y cártamo son productos de -- consumo intermedio por lo que no es posible cuantificar la de-- manda futura directamente sino a través del productos final, -- por lo que el estudio y proyección de la demanda, se determina-- a través del consumo de los aceites comestibles.

Básicamente la producción de los aceites de soya y cártamo se dirigen a satisfacer las necesidades alimenticias de la -- población de ahí que su consumo está condicionado al cambio de-- las siguientes variables:

a).- Población

La población de México ha crecido en los últimos diez -- años, a una tasa media anual de 3.6%, (Ver cuadro II-8) conside rada esta, una de las más altas del mundo. Este crecimiento con lleva a un consumo creciente de alimentos y aceites comestibles por lo que a futuro, la demanda de aceites de soya y cártamo se rá cada vez mayor.

CUADRO II-8

TASAS MEDIAS DE INCREMENTO ANUAL DE LA
POBLACION MEXICANA

PERIODO	TASA DE INCREMENTO
1930 - 1940	1.7
1941 - 1950	2.8
1951 - 1960	3.1
1961 - 1965	3.5
1966 - 1970	3.6
1971 - 1975	3.6

Fuente: Censos de población: 1930-1970., S.I.C.

b) Necesidades de Alimentación

El consumo per-cápita del total de aceites vegetales y comestibles ascendió en 1974 a 8.7 kg por año; cifra que se considera inferior a la estimada para otros países.

En el caso de los aceites comestibles el consumo per-cápita creció a una tasa media anual de 2.2% en el período 1964-1975, pasando de 4.9 kg a 6.2 por persona, respectivamente.

Este bajo incremento puede explicarse por la creciente elevación de los precios del producto final hasta 1973, cuando la CONASUPO intervino para regular los precios; es de suponer que a partir de ese año, aún cuando los términos reales de ingreso de las familias se haya incrementado poco, el consumo por lo menos permaneció estable, con una ligera tendencia al crecimiento.

Resulta interesante analizar la evolución del consumo per-cápita para cada uno de los aceites comestibles, encontrándose que los aceites de ajonjolí y algodón se ha sustituido gradualmente por los de cártamo y soya, lo cual se confirma con las tasas obtenidas por estos últimos de 13.6% respectivamente; en contraposición con los decrementos de -6.8% y -25.7% en el consumo de ajonjolí y algodón; fenómeno que se explica de la siguiente manera:

1) La baja en los precios internacionales del algodón producto de exportación, propiciaron el desánimo en los productores por continuar su cultivo; destinándose la escasa producción obtenida en los últimos años a la fabricación de manteca vegetal.

2) Los precios de ajonjolí, en el mercado exterior son supe-

res a los pagados en el país, razón por la cual gran parte de la producción se destina a dichos mercados; permaneciendo constante la actividad destinada a la industria aceitera.

A lo anterior se agregan los bajos rendimientos obtenidos en el cultivo del ajonjolí.

La conjunción de estos hechos planteó la necesidad de sustituirlos por cártamo y soya; siendo este último cultivo el que recibió un auge inusitado a partir de entonces, situándolo entre las -- leguminosas más importantes por su alta rentabilidad en el campo, y una gran demanda como pasta y aceite comestible.

De tal magnitud es la demanda de soya que en 1964 se iniciaron las importaciones del producto en forma más o menos regular y en cantidades reducidas; pero a partir de 1972 estas dieron un salto extraordinario, pasando de 10 000 toneladas en ese año a 77 000-1974. Ver cuadro II-9.

c) Ingreso de los Consumidores

El ingreso de la población, medido a través del producto bruto interno, ha crecido a una tasa media anual de 3.5% en los últimos diez años, lo cual señala la posibilidad de una mayor capacidad de compra por parte de los consumidores. Sin embargo; aquí juega un papel preponderante como se distribuye entre la población dicho ingreso.

De la misma manera, deben contemplarse factores como los hábitos de consumo, los gustos y las preferencias y principalmente la

CUADRO II-9

PRODUCCION Y CONSUMO DE ACEITES
COMESTIBLES EN MEXICO

TONELADAS

AÑO	PRODUCCIÓN	CONSUMO NACIONAL	* DEFICIT CUBIERTO CON IMPORTACIONES
1964	195 220	195 130	-
1965	192 084	193 188	1 104
1966	213 474	213 585	111
1967	231 046	230 823	33
1968	172 799	177 832	5 118
1969	228 700	228 712	12
1970	203 067	206 070	3 003
1971	271 068	271 081	13
1972	235 063	245 063	10 000
1973	289 506	329 506	40 000
1974	275 423	352 423	77 000

Fuente: D.G.E.A., S.I.C.

* Cubierto con aceite de soya.

16
parte de ingreso que las familias destinan al consumo de aceites co
estibles.

Para el análisis específico del mercado del aceite de cártamo, -
debe considerarse como un bien de consumo intermedio, el cual fi-
blemente, ya convertido en producto final, dependerá de las caracte-
sticas del ingreso, consumo, etc.

El aceite de cártamo si se ve influenciado directamente por-
los factores mencionados ya que el público consumidor, al menos su-
pone que lo está demandando como tal.

d) Precio del Producto

Los precios de los aceites comestibles no presentan una ten-
dencia creciente sostenida; se caracterizan por representar ciclos-
ordenados con la elevación y disminución en la producción, movimien-
tos típicos en la producción de las oleaginosas.

e) Productos Sustitutos

Los principales sustitutos de los aceites comestibles son --
mantequilla vegetal y manteca de cerdo. Pero es interesante observar --
que el uso de estos sustitutos es diferente al de aquellos, ya que
la manteca vegetal es utilizada en su mayor parte en la fabricación
de pan y la de cerdo en el guiso de ciertas comidas como los antojitos.
Cabe aclarar que la producción de esta última, está condicionada
a la producción de carne y de cerdo.

f) Hábitos de Consumo

Tradicionalmente en México se ha utilizado aceite y mante-
quilla para la elaboración de comidas y es muy difícil que en los --

11

próximos años, además por tratarse de un bien indispensable, estos hábitos cambien. Lo que sí es importante señalar es el hecho de que en un sector de la población, principalmente en la rural, el consumo de manteca es elevado.

Sin embargo, los hábitos de consumo pueden cambiarse por la influencia de los precios o por la escasez del o los productos apetecidos.

El cuadro II-10 nos muestra el consumo nacional aparente y per capita de aceites comestibles en los últimos 12 años.

CUADRO No. II-10

CONSUMO NACIONAL APARENTE Y PER-CAPITA DE ACEITES COMESTIBLES

Años	Aceite Comestible (toneladas)	Población	Consumo Nacional Aparente (Toneladas)				Consumo Per-Cápita (Kilos)				Total de aceites comestibles
			Ajonjolí	Algodón	Soya	Cártamo	Ajonjolí	Algodón	Soya	Cártamo	
1964	195,130	39,875	90,902	76,505	11,221	16,502	2.285	1.923	0.282	0.415	4.905
1965	193,188	41,103	88,794	64,605	11,921	27,868	2.160	1.572	0.290	0.678	4.700
1966	213,585	42,463	86,686	43,840	18,087	64,972	2.041	1.032	0.426	1.530	5.080
1967	230,823	43,870	84,578	77,141	24,577	44,527	1.928	1.758	0.560	1.015	5.261
1968	177,832	45,671	82,470	2,780	56,832	35,750	1.806	0.061	1.244	0.783	3.894
1969	228,712	47,628	80,362	20,671	54,555	73,124	1.687	0.434	1.145	1.535	4.802
1970	206,070	49,305	39,430	-	63,700	102,931	0.800	-	1.292	2.088	4.179
1971	271,081	50,936	72,447	-	53,732	144,903	1.422	-	1.055	2.845	5.322
1972	245,063	52,647	72,277	-	77,830	94,956	1.373	-	1.478	1.804	4.655
1973	329,506	54,390	79,758	-	145,388	104,360	1.466	-	2.673	1.919	6.058
1974	352,423	56,341	74,249	-	181,895	96,279	1.318	-	3.228	1.709	6.255
1975	559,000	58,140	60,921	-	200,000	98,079	1.048	-	3.440	1.687	6.175

FUENTE: Cálculo directo con base en los datos de D.G.E.A.

DEMANDA DE PASTA DE CARTAMO

ANTECEDENTES

La creciente demanda de pastas en México se ha cubierto en -- gran medida con importaciones principalmente de pasta de soya que es la de mejor calidad, de tal manera que el consumo aparente de esta. -- Ha tenido un crecimiento extraordinario, pasando de 47,533 ton. en -- 1964 a 461,062 en 1974, con una tasa de incremento anual de 25.5%, -- en tanto que la producción se ha incrementado solo en un 13.4% en el mismo período.

En general, la producción nacional de pastas de oleaginosas -- se ha elevado a ritmo de 5.7% anual, en tanto que el consumo nacio-- nal aparente presenta una tasa de incremento anual de 7.5%, por lo -- que actualmente el país no es autosuficiente.

La utilización más importante de las pastas de oleaginosas es -- tá en la alimentación de Aves, cerdos y ganado mayor, tanto en la -- elaboración de alimentos pecuarios balanceados, como proporcionándo-- los directamente a los animales.

El consumo de pastas se encuentra concentrado en cuatro áreas -- principales:

La Industria de Alimentos Pecuarios Balanceados

Los Forrajistas

Las Organizaciones de Ganaderos

Las Grandes Empresas Pecuarias

Las industrias de alimentos pecuarios sólo consume pasta para

19
ormular alimentos para su venta.

Los forrajistas compran la pasta para revenderlas y, en escasa variable formulan alimentos, por lo que también son distribuidores de alimentos pecuarios balanceados.

Las organizaciones de ganaderos adquieren pastas tanto para distribuirla entre sus asociados, como para elaborar alimentos balanceados y distribuirlos.

Las grandes empresas pecuarias son organizaciones productoras tanto de alimentos, como de productos avícolas, lácteos y carnes, -- por lo que consumen pastas para alimentar a los animales de sus criaderos y granjas.

La pasta puede considerarse entonces, como un producto de consumo intermedio, cuya demanda estará determinada por la demanda del producto final que es el alimento balanceado.

FACTORES CONDICIONANTES DE LA DEMANDA

La demanda de pastas depende principalmente de los siguientes factores:

- a) Crecimiento de la población ganadera
- b) Tecnificación de las explotaciones
- c) Alimentos sustitutos

- a) Crecimiento de la población ganadera

Se considera que el consumo de alimentos balanceados es directamente proporcional al crecimiento de la población de aves, cerdos-ganado mayor, y se puede concluir que el crecimiento en conjunto -

para la población ganadera consumidora, ha crecido a un ritmo de 17% anual aproximadamente, por lo que el consumo de alimentos balanceados se ha incrementado en igual proporción.

b) Tecnificación de las explotaciones

La rama más tecnificada de la ganadería es la avicultura; en un segundo nivel están la porcicultura y las explotaciones lecheras. El crecimiento de ganado mayor es mas lento y su adelanto técnico es el mas bajo de todos.

c) Alimentos sustitutos

En el caso de los animales monogástricos (aves, cerdos) que no poseen la facultad de sintetizar los aminoácidos esenciales a partir de sustancias protéicas, es necesario suministrarles proteína directamente en la alimentación; de ahí que su consumo de pastas sea mayor que en los bovinos, y requieran de alimentos con alto contenido de proteínas y menor cantidad de fibra.

El ganado mayor puede sintetizar los aminoácidos de otro tipo de alimentos por lo que la utilización de las pastas es casi nulo, y el tipo de pasta utilizado es de bajo contenido protéico y alto contenido de fibra, como el cártamo, algodón, copra.

En las explotaciones avícolas el uso de alimentos balanceados es indispensable, por lo que la demanda de éstos y por consiguiente la de las pastas, crece mas rapidamente para la población aviar. En menor grado se presenta la misma situación para el ganado porcino. - Ello determina que la producción de los alimentos balanceados crece en los últimos años a un 17%. A medida que crece la producción, la -

demanda de pastas es mayor, y además la participación de las pastas en la elaboración de balanceados va en aumento.

La distinta calidad de las pastas hace que unas sean más aptas que otras para cada tipo de ganado. Consecuentemente la demanda no se comporta igual para todas. Pueden distinguirse por lo tanto dos grupos de pastas: pastas para aves y cerdos, y pastas para ganado mayor.

Pastas para aves y cerdos

Las pastas de soya, ajonjolí y girasol descascarillado son los que reúnen las mejores condiciones para la alimentación de aves y cerdos.

La pasta de soya, es la más importante, tanto por su composición como por su cantidad utilizada. En la Industria de alimentos pecuarios balanceados se consume aproximadamente el 90% de la pasta de soya disponible, consecuentemente los requerimientos se estiman en función de la producción de alimentos balanceados.

La producción de estas pastas frente al incremento de la producción de alimentos balanceados se explica a continuación.

La pasta de girasol sólo se produce a partir de 1971 y en cantidades muy reducidas, la producción de pasta de ajonjolí y su participación en la producción de alimentos balanceados ha ido en decrecimiento debido a que la mayor proporción de ajonjolí se exporta.

Como consecuencia, el consumo de pasta de soya ha crecido tanto por la mayor producción de alimentos, como por la poca disponibilidad de pastas de ajonjolí. Sin embargo, gran parte de esos incremen-

tos han sido por concepto de importaciones, ya que es la pasta de buena calidad mas barata en el exterior. El crecimiento de su consumo ha sido mayor que el de su producción.

Pastas para ganado mayor

En éste grupo se consideran las pastas de algodón, cártamo, coco y linaza. Se utilizan en forma directa, disponiendo -- fundamentalmente de la condición de los pastizales, por lo que la demanda crece en épocas de escasez de esos alimentos.

Las pastas de coco y linaza tienen una demanda preferentemente para el ganado lechero, y las de cártamo y algodón para el ganado productor de carne.

44

PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS

MATERIA PRIMA. Semilla de cártamo.

Es ovalada, de medio centímetro de largo y medio de espesor, -
aproximadamente, blanca, lisa, lustrosa y angulosa.

Como esta semilla se aprovecha mediante un proceso no debe al
macenarse en lugares húmedos sino en los secos y bien ventilados, pa-
ra evitar su pudrición o germinación.

Producción de semillas de cártamo en México, en los últimos -
años:

CICLO AGRICOLA	TONELADAS
1968-69	208 927
1969-70	292 277
1970-71	411 523
1971-72	271 302
1972-73	298 170
1973-74	275 082
1974-75	514 958
1975-76	400 000 (proyección)

Fuente: D.G.E.A.

Los principales estados productores de esta semilla son:

1. Sonora
2. Sinaloa
3. Baja California (Norte)
4. Tamaulipas
5. Coahuila

La producción total de esta semilla en nuestro país, en 1975, fue la siguiente:

Producción en millones de pesos	1 702 369 000
Superficie en hectáreas	360 839
Rendimiento Ton/Ha.	1.427
Precio por tonelada, en pesos	3 500
Producción en toneladas	514 958

Fuente: D.G.E.A.
PRODUCTOS

a) ACEITE

El aceite de cártamo es un triglicérido, compuesto principalmente de ácido linólico. Tiene muchas características comunes a otros aceites vegetales, tales como el de maíz, algodón y soya. Sin embargo, su contenido de ácido linólico es mayor que el de cualquier otro aceite de los comúnmente conocidos en el comercio, lo que lo convierte en la mejor fuente de este ácido graso esencial.

Según estudios hechos por la Secretaría de Agricultura y Ganadería, contiene 73% de ácido linólico; el contenido de ácidos grasos saturados es 6%, y 21% de oleico, del total de ácidos grasos. Es una fuente ideal de dos ácidos grasos no saturados, esenciales para usos comestibles. Los ácidos grasos menos estables están ausentes, o se presentan en cantidades despreciables, aproximadamente 0.3% o menos.

La ausencia práctica del ácido linolénico mejora la conservación del aceite de cártamo: el aceite almacenado durante un año sigue conservando buen sabor. Las divisiones técnicas de las grandes fábricas

s de aceites para ensaladas y para cocinar, informan que el aceite de cártamo tiene mejor sabor que el de la semilla de algodón.

Para hacer investigaciones sobre una misma muestra de aceite, es recomendable conservarlo bajo refrigeración.

El enturbiamiento del aceite de cártamo empieza a los -18°C.- se planea que el aceite de cártamo en grado comestible pase por -- otros procesos --o sea empacado en otra forma--, es conveniente que el contacto con la luz y el aire sea mínimo, y que se evite también el contacto con metales como el cobre.

PROPIEDADES FISICAS

Indice de refracción a 25°C	1.4735 - 1.4770
Peso específico a 25/25°C	0.920 - 0.926
Viscosidad Engler a 20°C	1.8 - 9.6
Límite de solidificación	-13°C - -20°C
Color (5 1/4 Lovibond)	10 amarillo 2 rojo
Sabor y olor	Dulce y suave

PROPIEDADES QUIMICAS

Acido linólico (% del aceite total)	67 - 73
Acido linólico (% de ácidos grasos totales)	70 - 77
Tocoferol	0.05%
Lípidos fosfóricos	0.07%
Total de esteroides	0.23%
Esteroides libres	0.23%
Acidos grasos libres	0.10%

Indice de yodo	140	-	147
Indice de saponificación	188	-	195
Materia no saponificable	0.7	-	1.5%

PORCENTAJE TOTAL DE ACIDOS GRASOS
(TABLA COMPARATIVA)

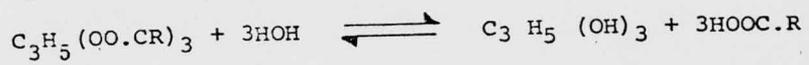
ACIDOS GRASOS CONSTITUYENTES	CARTAMO	MAIZ	SOYA	ALGODON	CACAHUATE
Saturados	6	14	14	22	18
Oleicos	21	30	28	23	61
Linólico	73	56	50	55	21
Linolénico	0	0	8	0	0

A diferencia de muchos otros productos comestibles, los aceites no se deterioran notablemente por la acción de las bacterias.

La mayor parte de los daños sufridos por las grasas, en el almacenamiento, se deben a la oxidación por acción del oxígeno atmosférico. Por esta razón, se presta particular atención a las reacciones que se producen entre el oxígeno y las grasas.

HIDROLISIS

Los triglicéridos de las grasas, en condiciones apropiadas, se pueden hidrolizar. Dan como producto ácidos grasos y gliceroles, de acuerdo con la siguiente reacción:



La reacción es reversible, por lo cual se deben separar las sustancias reaccionantes de los productos del medio en que esta reac-

ón se realiza, para evitar llegar a un equilibrio que depende de la concentración de las sustancias reaccionantes.

En la práctica de la escisión de las grasas se asegura un alto grado de hidrólisis, por la acción de un gran exceso de agua y por las sucesivas extracciones de la fase acuosa, rica en glicerina, que se reemplaza con agua fresca. La reacción hidrolítica se cataliza por los ácidos, por los compuestos que forman jabones con los ácidos grasos y por otras sustancias tales como enzimas lipolíticas, que permiten efectuar una rápida hidrólisis en condiciones normales de temperatura y presión.

ESTERIFICACION

Una reacción inversa a la hidrólisis, se realiza plenamente - por la separación completa del agua de la zona de la reacción.

Si a continuación de la reacción hidrolítica se sustituye el glicerol por otro alcohol y se provoca la esterificación, pueden obtenerse fácilmente ésteres de los ácidos grasos, con alcoholes mono y - divalentes.

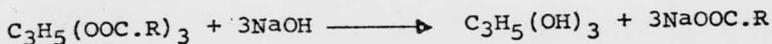
INTERESTERIFICACION

Los ésteres de los alcoholes más sencillos (etílico y metílico) se pueden preparar por reacción directa entre el alcohol y la grasa de la que se desplaza el glicerol, según la reacción:



SAPONIFICACION CON LOS ALCALIS

Si se hace reaccionar una grasa con un álcali, se obtiene glicerina y una sal o jabón del metal alcalino con el ácido graso. Esta reacción se denomina saponificación.



CARACTERISTICAS NORMALES COMPARATIVAS DE ACEITES COMESTIBLES

	CARTAMO	MAIZ	SOYA	ALGODON	CACAHUATE	OLIVA
Indice de yodo	143	130	131	105	92	84
Indice de saponificación.	192	189	192	194	191	192
No saponificables %	0.6	2.0	0.9	0.6	0.5	0.9
Indice de refracción a 25°C.	1.473	1.474	1.473	1.470	1.469	1.467
Peso específico a 25/25°C.	0.923	0.919	0.919	0.913	0.913	0.912

b) PASTA

Después de extraído el aceite de la semilla, queda la pasta, que puede ser preparada de dos maneras:

1. Sin cáscara, llamada también pasta descortezada.
2. Con cáscara, llamada pasta no descortezada o entera (En este caso la semilla ha sido sometida a la presión).

El valor alimentario de las dos pastas es totalmente diferente como se observa en el cuadro siguiente:

	SIN DESCORTEZAR	DESCORTEZADA
proteína cruda	18.0	43.0
aminoácidos	Lisina	1.3
	Metionina	6.71
	Triptofano	0.67
grasa	5.5	6.6
ALN	24.1	17.0
fibra	30.9	21.0
ceniza	2.5	8.2
humedad	8.8	4.2

Extracto libre de Nitrógeno
 Contenido de aminoácidos en %

En California se vende la pasta entera para la alimentación --
 del ganado. El consumo es local; En ocasiones, se ha tenido dificult--
 dad para venderla, por la competencia con otras proteínas aprovecha--
 des. La experiencia sobre la utilización de esta pasta se basa en el
 contenido de proteínas, que se comportan igual que las de otros ali--
 mentos. En avicultura tiene poca aplicación, ya que, además de ser de
 bajo contenido en los aminoácidos metionina y lisina, contiene alto porcen--
 taje de fibras. En raciones que contienen 46% de pastas entera, hubo
 necesidad de mezclar una cuarta parte de esta cantidad con avena y ce--
 rda, para que el ganado alentara comerla. Esto indica que hay una --
 limitación bastante marcada en el uso de la parta entera del azafran--
 lillo en la alimentación del ganado.

A continuación presentamos una tabla compartativa de la compo--
 sición de la pasta de cártamo y las demás pastas:

TABLA COMPARATIVA DE LA PASTA DE CARTAMO CON LAS DEMAS PASTAS

	PROTEINA CRUDA	A M I N O A C I D O S %			GRASA	EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO	FIBRA	CENIZA	HUMEDAD
		LISINA	METIO NINA.	TRIPTO FANO.					
Algodón	42.1	1.80	0.65	0.56	6.1	28.3	10.5	5.6	7.4
Ajonjolí	44.0	1.30	1.40	0.78	9.4	22.8	6.2	12.5	5.1
Cártamo con cáscara.	18.0	0.60	0.33	0.28	5.5	24.1	30.9	2.5	8.8
Cártamo sin cáscara.	43.0	1.30	0.71	0.67	6.6	17.0	21.0	8.2	4.7
Soya	44.0	2.90	0.62	0.67	4.9	30.0	5.9	6.2	9.0
Girasol con cáscara.	19.6				1.1	27.0	35.9	5.6	10.8
Girasol sin cáscara.	36.3	1.6	0.93	0.59	13.5	20.2	14.2	6.4	9.4
Copra	21.2	0.7	0.33	0.20	6.7	47.4	11.2	6.5	7.0
Linasa	35.2	1.20	0.60	0.56	4.5	36.7	8.9	5.7	8.9

TEORIA GENERAL DE LA EXTRACCION

a) GENERALIDADES

La lixiviación es la solución preferencial de uno o más componentes de una mezcla sólida, por medio del contacto con un solvente líquido. Esta operación unitaria una de las más antiguas de la industria química ha tenido varias denominaciones, según las técnicas empleadas. Ambas, la levigación y la lixiviación se referían originariamente a la filtración de un líquido a través de un lecho fijo del sólido; pero, el segundo término por lo menos, se utiliza actualmente para describir en forma general la operación, cualesquiera que sean las medidas con que se realiza.

Se utiliza ampliamente además el término extracción para describir esta operación en particular, aunque también se lo aplica a todas las operaciones de separación, ya se las realice con métodos mecánicos o de transferencia de masa.

La decocción se refiere específicamente a la utilización del disolvente en su temperatura de ebullición.

Cuando la materia soluble se halla en su mayor parte sobre la superficie de un sólido insoluble y es meramente lavado por el disolvente, a veces la operación se denominaba elutración o elucción.

Las industrias metalúrgicas son, quizás, las que más utilizan la operación.

Muchos productos orgánicos que se producen naturalmente se separan de su estructura original por medio de la lixiviación. El azúcar, por ejemplo, se lixivia con agua caliente, de la remolacha azucarada.

53

rera; los aceites vegetales se recuperan de semillas vegetales, tales como las de cártamo, soya, algodón, etcétera. Mediante la lixiviación con disolventes orgánicos, el tanino se disuelve de la corteza de -- ciertos árboles por lixiviación con agua; y en forma análoga, muchos-productos farmacéuticos se extraen de hojas y raíces de plantas.

1. Operación en estado no estacionario.

Las operaciones en estado no estacionario incluyen aquellas -- en que los sólidos y líquidos se ponen en contacto de manera puramente discontinua, y también aquéllas en que una partida del sólido se -- pone en contacto con una corriente de líquido que fluye continuamente (método semicontinuo). Las partículas gruesas de los sólidos generalmente se tratan en lechos fijos, por medio de los métodos de percolación, mientras que los sólidos finamente divididos, que pueden mantenerse con más facilidad en suspensión, pueden dispersarse a través -- del líquido con la ayuda de algún tipo de agitador.

2.- Operación continua en estado estacionario.

Los equipos para operaciones continuas estado estacionario -- pueden clasificarse, en general, en dos grandes categorías, según sea su operación por etapas o con contacto continuo. A veces, se puede -- montar el equipo en etapas con unidades múltiples, con el fin de producir los efectos de las etapas múltiples, mientras que el equipo de contacto continuo puede proporcionar el equivalente de muchas etapas -- en un único dispositivo.

b) TIPOS DE EXTRACCION

En este tema, nos vamos a referir a la tecnología de la extrac

ción de grasas.

La obtención de aceites y pastas a partir de semillas oleaginosas constituye -como anteriormente se indicó- una rama especializada y propia de la tecnología de las grasas vegetales. La gran variedad de tipos de productos y las diversas propiedades y características que los identifican, originan diferentes procesos de extracción, -de los cuales los más usados son el de prensado y extracción por disolventes, encaminados a lograr los mismos fines en cuanto a la obtención de productos vegetales. Estos fines son:

- i.- Obtener un producto puro sin alteraciones y de calidad.
- ii.- Lograr que el proceso sea óptimo y económico.
- iii.- Conseguir un residuo o torta de máximo calidad.

El éxito de la extracción (lixiviación) o de la técnica por utilizar dependerá, frecuentemente, de los tratamientos previos a que se haya sometido el sólido.

En algunos casos, las partículas pequeñas de material soluble se hallan completamente rodeadas de una matriz de materia insoluble.- Por ello, el disolvente se debe difundir hacia la masa, y la solución resultante se debe difundir hacia afuera, antes de que pueda producirse la operación. La trituración y la molienda de tales sólidos acelerará en gran medida la acción lixivante, ya que las partes solubles se hacen más accesibles al disolvente.

1.- Extracción por prensado.

La extracción de los aceites vegetales y, como consecuencia, la obtención de pasta presenta dificultades, por la gran cantidad de-

productos sólidos (pasta) que contienen las oleaginosas asociadas al aceite. Como anteriormente se expresó, es necesario un tratamiento de la semilla, tal como su pulverización seguida de un tratamiento térmico.

Aun en los prensados más eficaces, la torta retiene por absorción cantidades apreciables de aceite, llegando hasta a 7% de su peso. Esto ocurre cuando se parte de semillas con alto contenido de aceite, pero, cuando se trata de semillas con bajo contenido de aceite, la torta puede absorber hasta un 25% del total.

El rendimiento medio en aceite obtenido por prensado de la semilla de cártamo es de 28%, y el rendimiento aproximado obtenido a partir de la extracción por disolventes es de 36%, lo cual significa 95% del contenido del aceite total.

2.- Extracción por disolventes.

Un proceso de extracción por disolventes consta de las tres operaciones siguientes:

- i.- Mezclado de las sustancias por extraer, e íntimo contacto con el disolvente.
- ii.- Separación de las capas o fases resultantes.
- iii.- Separación y recuperación del disolvente en cada una de las fases, para volver a utilizarlo.

La extracción por disolventes constituye el método más eficaz de obtención de aceites y partes de cualquier producto oleaginoso. Es la que presenta mayores ventajas en la manipulación de las semillas.

Este proceso de extracción por disolventes se llama, específicamente lixiviación.

La extracción por disolventes pertenece a las operaciones de difusión; por tanto, se basa en los principios teóricos generales de ellas.

Por lo común, las semillas oleaginosas tales como cártamo, - soya, algodón, lino, maní, etcétera y otros productos análogos, se - lixivian o se extraen con disolventes orgánicos para extraer los acei - tes vegetales que contienen. Usualmente deben prepararse las semi - llas especialmente para la lixiviación, pudiendo esto comprender el - descascarado, la precocción, el ajuste del contenido de la mezcla, - el rodillado o la formación de copos o escamas. A veces se extrae -- primero mecánicamente una parte del aceite, por expulsión o expre - sión. Generalmente, los líquidos de lixiviación son naftas del petró - leo, para los aceites, una fracción próxima al hexano; los hidrocar - buros clorados dejan en la harina lixiviada un residuo muy tóxico, - que no permite utilizarla para la alimentación animal. La solución - disolvente-aceite, que por lo general contiene una pequeña cantidad - de sólidos finamente divididos y en suspensión, se denomina miscela - y los sólidos lixiviados, orujos.

En esta industria, frecuentemente se denomina extractores -- los distintos dispositivos para la lixiviación.

c) METODOS DE CALCULO

Es importante poder calcular el grado de lixiviación que pue - de obtenerse con un procedimiento dado o sea, calcular la cantidad-

de sustancia soluble por lixiviar de un sólido, conociendo el contenido inicial de soluto de éste, la cantidad y magnitud de los lavados con disolvente lixiviante, la concentración del soluto en el disolvente lixiviante si lo hubiera y el método, sea discontinuo o continuo en contracorriente. De otro modo, puede ser necesario calcular el número de lavados o de etapas, necesarios para reducir el contenido del soluto del sólido a cierto valor especificado, conociendo la cantidad y concentración del soluto del disolvente lixiviante.

Rendimiento de etapa. Consideremos la operación simple discontinua de lixiviación en la que el sólido se lixivia con más disolvente que el necesario para disolver todo el soluto soluble y no hay adsorción preferencial del disolvente o del soluto por el sólido. Si se permite un adecuado tiempo de contacto del sólido y del solvente, se disolverá todo el soluto y la mezcla será entonces una lechada de sólido insoluble sumergido en una solución de soluto en el disolvente. Las fases insolubles se separan luego físicamente por decantación, filtración o drenaje, constituyendo una etapa completa. Si fuera perfecta la separación del líquido y el sólido, no habría soluto asociado, con el sólido que deja la operación y podría efectuarse la separación completa de soluto y sólido insoluble con una única etapa. Esta sería una etapa ideal, con 100% de rendimiento de etapa. En la práctica, generalmente los rendimientos de etapa son mejores que éste: 1) El soluto puede disolverse incompletamente a causa del inadecuado tiempo de contacto 2) Con toda seguridad, será impracticable hacer una perfecta separación mecánica líquido-sólido, y los sólidos que abandonan la etapa retendrán siempre algo de líquido y sus solutos disueltos -

51

ciados. En los casos en que el sólido adsorbe al soluto, a pesar de
enerse el equilibrio entre las fases líquida y sólida, se produci-
una decantación o un drenaje imperfecto que bajará el rendimiento
la etapa.

1.- Equilibrio práctico.

En el caso general, será fácil hacer los cálculos gráficamente
como en otras operaciones de transferencia de masa, esto requiere
representación gráfica de las condiciones de equilibrio. Lo más
simple es utilizar condiciones de equilibrio prácticas que en forma di-
ta tengan en cuenta los rendimientos de etapa, enteramente o en --
te, como se hace en los casos de la absorción gaseosa y de la desti-
ción. En los casos más simples, deberemos tratar con sistemas de --
s componentes que contienen disolvente puro (A), sólido portador -
soluble (B) y soluto soluble (C). Pueden hacerse los cálculos y la-
representación gráfica en coordenadas triangulares, como las de cual-
er sistema ternario; pero, debido a la frecuente densificación de
construcción en una esquina de tal diagrama, es preferible utili-
un sistema ordenado rectangular, con base en el modelo utilizado-
ra la adsorción fraccionada.

Se expresará la concentración del sólido insoluble (B) en --
alquier mezcla o lechada como $N \text{ lb de B/lb de } (A + C)$, se mojen o -
los sólidos con la solución líquida. Las composiciones de (C) solu-
se expresarán como fracciones en peso en una base libre de B: $x =$
acción en peso de C en la solución efluente de una etapa (base li-
de B), e $y =$ fracción en peso de C en el sólido o lechada (base -

libre de B). El valor de y debe incluir todo el soluto C asociado con la mezcla, incluyendo al disuelto en la solución adherente, así como al soluto no disuelto o adsorbido. Si el sólido está seco, puede suceder antes del comienzo de las operaciones de lixiviación, N es la relación de los pesos de sustancia insoluble a soluble, e $y = 1.0$. Para el disolvente puro A, $N = 0$, $x = 0$.

El sistema coordinado entonces tiene el aspecto del de la fig. 1. Consideremos primero el caso simple de una mezcla de sólido insoluble de la que fue lixiviado todo el soluto, suspendido en una solución del soluto en un disolvente, como se lo representa en la figura por el punto M_1 . La concentración de la solución clara es x , siendo N_{M1} la relación sólido insoluble/solución. Sea no adsorbente al sólido insoluble. Si se deja decantar esta mezcla, en un tanque de decantación discontinua, se representará por el punto R_1 el líquido claro que se puede extraer, y el lodo remanente consistirá en sólido insoluble suspendido en una pequeña cantidad de la solución. La composición en el lodo será la misma que la del líquido claro extraído, de modo que $y^* = x$. La concentración de sólido B en el lodo N_{E1} dependerá del tiempo que se le dejó decantar, de manera que el punto E_1 representa la lechada. La línea E_1R_1 es una línea vertical de unión que une los puntos que representan las dos corrientes efluentes, el líquido claro y la lechada, si se mantienen en la lixiviación real las condiciones descritas se puede tomar los puntos E_1 y R_1 como las condiciones prácticas de equilibrio para tal lixiviación. Es claro que si se lo deja decantar durante menos tiempo, digamos O_1^f , el lodo será menos concen

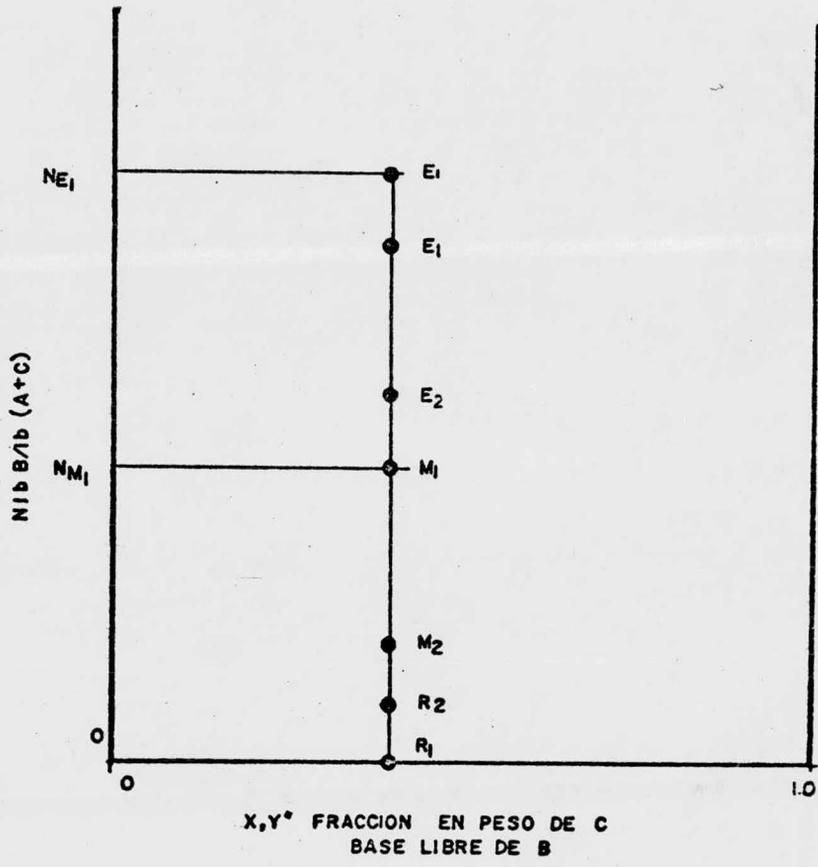


FIG . 1 CONCENTRACION DE LIXIVIACION Y EN LAVADO.

21

rado en los sólidos insolubles, y se lo podría representar por el punto E'_1 . Habrá para el lodo algún valor máximo de N , correspondiente a su altura de decantación final, de acuerdo con la descripción de la decantación discontinua dada anteriormente; pero, en la práctica, generalmente se permite un tiempo insuficiente para que se alcance esto. Como, para un tiempo dado, la concentración de sólido insoluble en un lodo decantado depende de la concentración inicial en la lechada, una mezcla M_2 decantada durante un tiempo O_1 podría dar un lodo correspondiente al punto E_2 . Si el sólido no decanta para dar una solución absolutamente clara, si se separa demasiado solución -- del lodo decantado de manera que se arrastren pequeñas cantidades de sólido, o si el sólido B se disuelve en la solución hasta un pequeño grado, la solución extraída estaría representada por cierto punto -- tal como el R_2 , un poco por arriba del eje inferior del gráfico. Pueden hacerse análogas interpretaciones para composiciones que se obtienen cuando se filtran o drenan sólidos húmedos de una solución, -- más bien que cuando se decantan o se espesan en forma continua.

Las características de decantación o de espesamiento de una lechada dependen --como se mostró antes-- de la viscosidad y la densidad relativa del líquido en el que se suspende el sólido. Como éstas, a su vez, dependen de la composición de la solución, es posible obtener datos experimentales que muestren la variación de las composiciones de los sólidos espesados con la composición de la solución, y representarlos en el diagrama como condiciones practicables de equilibrio.

Sin embargo, es evidente que en cada caso pueden obtenerse en idénticas condiciones de tiempo, temperatura y concentraciones, aquellas pertenecientes a la planta o al proceso para los cuales se hicieron cálculos. Para tiempos cortos de drenado, los datos se pueden obtener experimentalmente.

En las operaciones de lavado en que se disuelve fácilmente el soluto, se obtiene una concentración uniforme en toda la solución; el reducido rendimiento por etapa parece ser la consecuencia de una decantación o un drenaje incompleto. Por otro lado, al lixiviar un soluto sin disolver que se halla entremezclado con todo el sólido, el reducido rendimiento por etapa puede tener origen en un inadecuado tiempo de contacto, como también en una incompleta separación mecánica -- del líquido y del sólido. En este caso, es posible (pero no necesario) distinguir experimentalmente entre los dos efectos, efectuando mediciones de la cantidad y la composición del líquido retenido sobre el sólido, a continuación de un breve contacto y también después de uno prolongado, utilizando este último para establecer las condiciones de equilibrio.

Ahora examinaremos algunos de los tipos de curvas de equilibrio que es posible hallar. La Fig. 2a. representa los datos que se podrían obtener para los casos en que el soluto C sea ilimitadamente soluble en el disolvente A, de manera que x e y puedan tener valores dentro de la totalidad del intervalo entre 0 y 1,0. Esto ocurrirá en el caso del sistema, aceite de soya (C)-harina de soya (B)-hexano(A), en el que el aceite y el hexano son indefinidamente solubles. La cur-

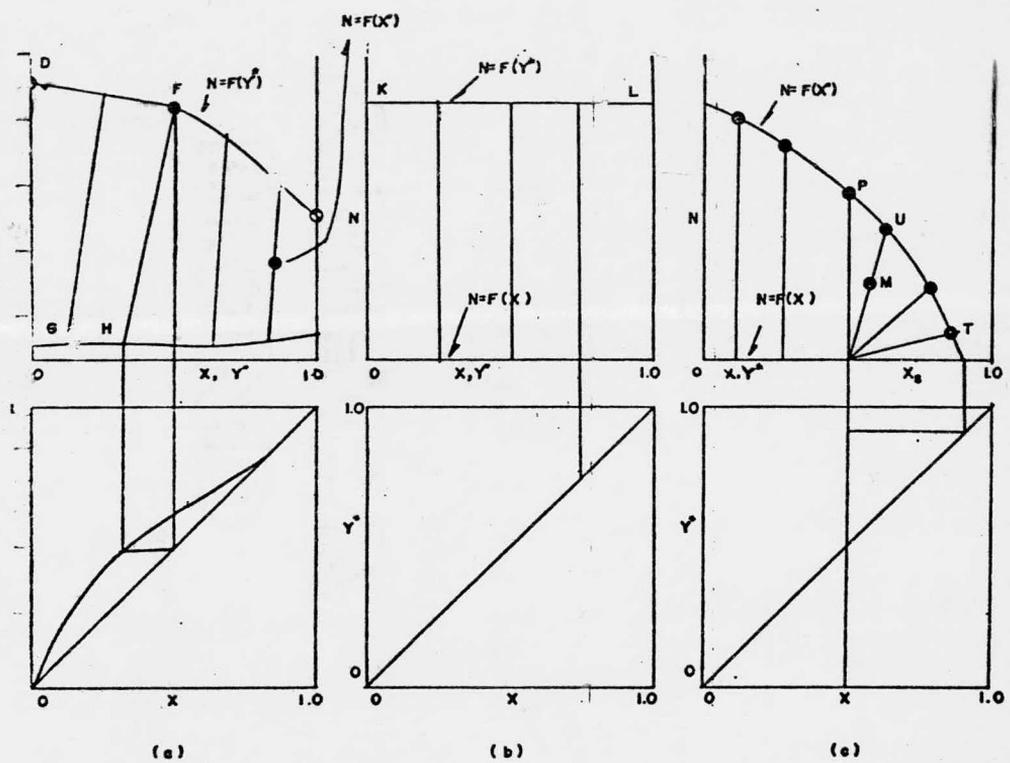


FIG. 2 DIAGRAMA DE EQUILIBRIO TÍPICOS.

va DFE representa el sólido separado en condiciones reales esperadas en la práctica como se expresó anteriormente. La curva GHJ, la composición de la solución extraída, se halla por encima del eje $N = 0$, en cuyo caso el sólido B es parcialmente soluble en el disolvente o se separa un líquido decantado en forma incompleta. Las líneas de unión, tales como la FH, no son verticales se llega a esto:

1) Que el tiempo permitido de contacto con el disolvente lixiviante ha sido insuficiente para disolver todo el soluto; 2) que tiene lugar una adsorción preferencial del soluto; 3) que el soluto es soluble en el sólido B y se distribuye desigualmente entre las fases sólida y líquida en el equilibrio.

Pueden volcarse los datos sobre un gráfico de $x = f(y)$, de igual modo que en los equilibrios de la adsorción o de la extracción líquida.

La figura 2b representa un caso en el que no se produce la adsorción de manera que la solución extraída y la solución asociada con el sólido tienen la misma composición, siendo verticales las líneas de unión. Esto dará, en la figura inferior, una curva xy coincidente con la línea a 45° , y un coeficiente de distribución m , definido como y^*/x , igual a la unidad. La línea KL es horizontal, e indica que se decantan ó drenan los sólidos en el mismo grado para todas las concentraciones del soluto. Es posible regular la operación de los espesadores continuos de manera que esto ocurra; las condiciones se conocen como "flujo subsuperficial constante". En este caso, la solución no contiene sustancia B, ni disuelta ni suspendida.

La figura 2c representa un caso en el que el soluto C tiene una limitada solubilidad x_s en un disolvente A. No es posible obtener una solución clara más concentrada que x_s , de manera que deben converger las líneas de unión de la lechada y de la solución saturada, como se observa. En este caso, cualquier mezcla M ubicada a la derecha de la línea PS decantará para dar una solución saturada clara S y una lechada U, cuya composición depende de la posición de M. El punto T representa la composición del soluto sólido puro después de drenar o decantar la solución saturada.

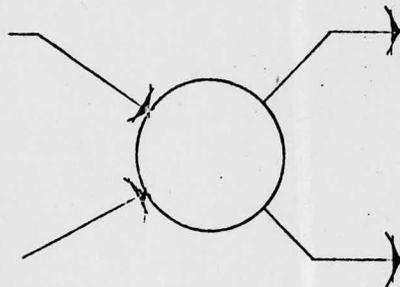
Como las líneas de unión de la izquierda de PS aparecen verticales, no tendremos adsorción, son claros los líquidos derramados. Se observa que la combinación de estas diversas características puede -- aparecer en el diagrama de un caso real.

2.- Lixiviación en una sola etapa.

Consideremos en la Fig. 3 el lixiviado o el lavado en una sola etapa real. El círculo representa la operación completa, incluyendo la mezcla del sólido y el disolvente lixivante y la separación mecánica (cualquiera haya sido el medio empleado) de las fases insolubles resultantes. Los pesos de las distintas corrientes se expresan como libras para una operación discontinua o lb/h (o lb/h pie²), para flujo continuo. Como en muchos casos el sólido B es insoluble en el disolvente y se obtiene una solución de lixiviado líquida clara, se tomará el B descargado en los sólidos lixivados como el mismo de los sólidos por lixiviar. Por definición de N,

SOLIDO A LIXIVIAR
B lb de solución
F lb (A+C)
N_F lb B/(A+C) lb
Y_F lb C/lb (A+C)

SOLVENTE LIXIVIANTE
R₀ lb de solución (A+C)
X₀ lb C/lb (A+C)



SOLIDO LIXIVIADO
B lb de insoluble
E₁ lb (A+C)
N₁ lb B/lb (A+C)
Y₁ lb C/lb (A+C)

SOLUCION DE LIXIVIACION
R₁ lb de solución (A+C)
X₁ lb C/lb (A+C)

FIG. 3 LIXIVIACION O LAVADO EN UNA UNICA ETAPA

$$B = N_{F^F} = E_1 N_1 \quad (1)$$

Un balance de soluto (C)

$$F Y_F + R_0 X_0 = E_1 Y_1 + R_1 x_1 \quad (2)$$

Un balance de solvente (A)

$$F(i - Y_F) + R_0(1 - x_0) = E_1(1 - Y_1) + R_1(1 - x_1) \quad (3)$$

y un balance de "solución" (soluto + disolvente),

$$F + R_0 = E_1 + R_1 = M_1 \quad (4)$$

Mezclando los sólidos por lixiviar y el disolvente lixivian-
te, se produce una mezcla libre de B de peso M_1 en lb, tal que

$$N_{M_1} = \frac{B}{F + R_0} = \frac{B}{M_1} \quad (5)$$

$$Y_{M_1} = \frac{Y^F F + R_0 X_0}{F + R_0} \quad (6)$$

Se pueden mostrar estas relaciones con el sistema coordinado de la Fig. 4. El punto F representa los sólidos por lixiviar y R_0 el disolvente lixivian- te. El punto M_1 , que representa la mezcla total, debe caer en la línea recta que une R_0 y F, de acuerdo con las caracte- rísticas de estos diagramas. Los puntos E_1 y R_1 que representan --

Las corrientes afluentes, se ubican en los extremos opuestos de la línea de unión que pasan por M_1 ; sus composiciones pueden leerse del diagrama.

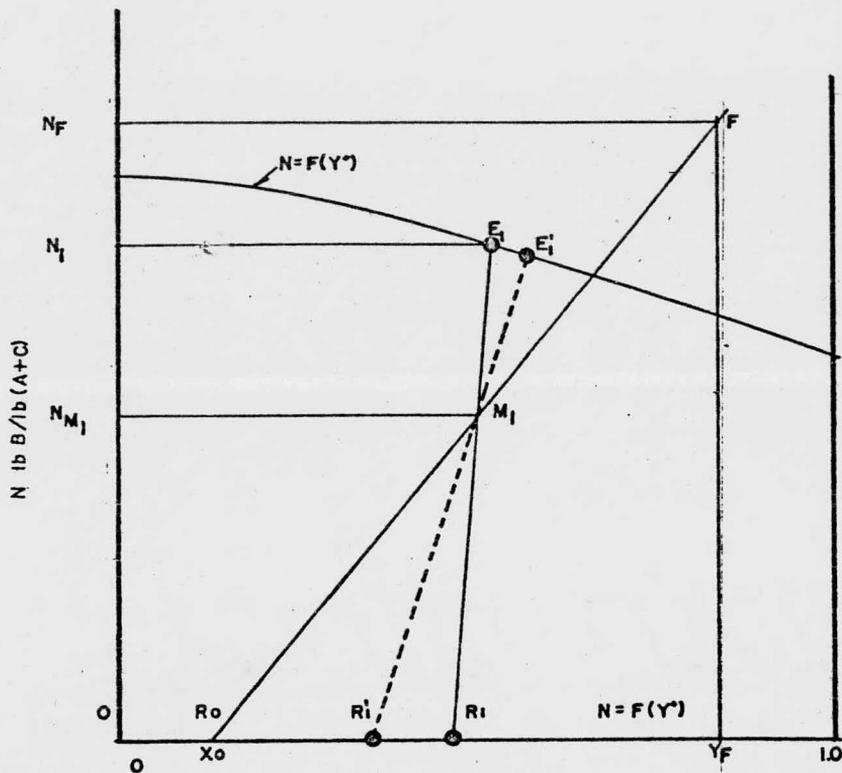
La Ec. 1 permite el cálculo del peso de E_1 y la Ec. 4 de R_1 .

La modificación por efectuar, dada la presencia de B en el líquido extraído, se realiza ágilmente por medio de la analogía con el correspondiente problema en la extracción líquida, necesita un diagrama de equilibrio del tipo que puede observarse en la Fig. 2a.

Si se obtuvieron experimentalmente los datos de equilibrio de la Fig. 4 después de un prolongado contacto del sólido y del líquido, y, por tanto, sólo representan la ineficacia de la separación mecánica del líquido y del sólido, puede haber entonces en una etapa real una ineficacia adicional debida al tiempo insuficiente de contacto. Se pueden representar en la figura las corrientes efluentes por los puntos E'_1 y R'_1 , pudiendo agregarse a esto un rendimiento de etapa $(y_F - y'_1)/(y_F - y_1)$. En el caso de que se obtenga la curva de equilibrio en condiciones de tiempo de contacto correspondientes a la lixiviación real, la línea de unión $E_1 R_1$ dará directamente la composición efluente.

3.- Lixiviación en etapas múltiples con corrientes cruzadas.

Mediante el contacto de los sólidos lixiviados con una nueva partida de disolvente lixivante, puede disolverse o extraerse por lavado de la materia insoluble una cantidad adicional de soluto. Los cálculos para etapas adicionales son meras repeticiones del procedimiento efectuado para una única etapa; los sólidos lixiviados de --



$X, Y =$ FRACCION EN PESO DE C
BASE LIBRE DE B.

FIG. 4 LAVADO O LIXIVIACION EN UNA UNICA ETAPA.

cualquier etapa pasan a ser la alimentación sólida de la próxima. Se aplican las Ecs. 1 y 6, con cambios, como es obvio, en los subíndices, para indicar las etapas adicionales. Cuando se debe determinar el número de etapas necesarias para reducir el contenido de soluto a cierto valor especificado, deberá recordarse que estamos tratando -- con etapas reales, debido a la utilización de datos "prácticos", de equilibrio; por tanto, debe ser entero el número hallado. Esto puede hacer necesario un ajuste por tanteos de la cantidad de soluto por lixiviar o de la cantidad y prorrata del disolvente para las etapas.

4.- Lixiviación con etapas múltiples en contracorriente.

En la Fig. 5 se muestra un esquema general para la lixiviación o el lavado. Necesariamente la operación debe ser continua para las condiciones reinantes en el estado estacionario; aunque, operando con el sistema Shanks, la lixiviación se aproximará al estado estacionario después de haberse efectuado un gran número de ciclos. En tal esquema, se supone que el sólido B es insoluble y no se pierde en la solución clara, pero se puede modificar fácilmente el procedimiento desarrollado a continuación, para tener en cuenta los casos en que tal situación no sea la real. Un balance de disolvente para toda la planta es

$$F + R_{N_p + 1} = R_1 + E_{N_p} = M \quad (7)$$

y un balance para la "solución" (A + C)

$$F_{YF} + R_{N_p + 1} = R_1 X_1 + E_{N_p} Y_{N_p} = M_{YM} \quad (8)$$

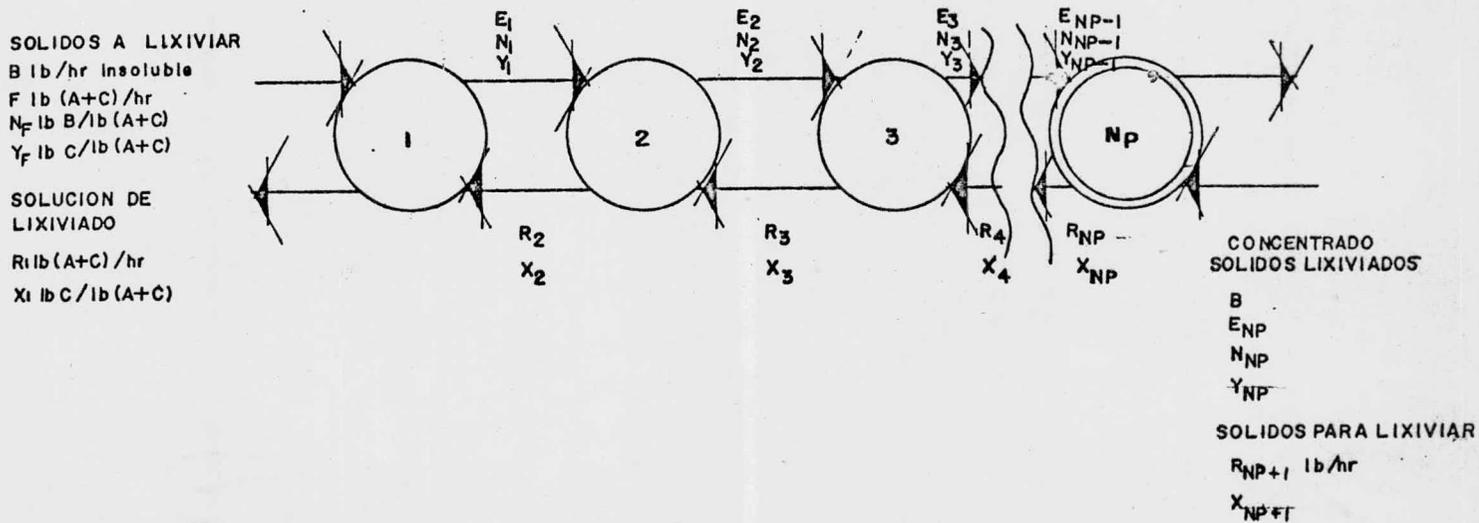


FIG. 5 LIXIVACION O LAVADO EN ETAPAS MULTIPLES EN CONTRACORRIENTE.

M representa la hipotética mezcla libre de B obtenida mezclando los sólidos por lixiviar y el disolvente lixiviante. Ver en la Fig. 6 el diagrama de operación para la planta. Las coordenadas del punto M son

$$N_M = \frac{B}{F + R_{N_{p+1}}} \quad (9)$$

$$Y_M = \frac{F Y_F + R_{N_{p+1}} x_{N_{p+1}}}{F + R_{N_{p+1}}} \quad (10)$$

Los puntos E_{N_p} y R_1 , que representan los efluentes de la cascada, deben hallarse en una línea que pase por M, y E_{N_p} estará en la curva "práctica" de equilibrio. Puede disponerse la Ec. 7 para dar

$$F - R_1 = E_{N_p} - R_{N_{p+1}} = R \quad (11)$$

Análogamente, un balance de solución para cualquier número de etapas, tal como las tres primeras, pueden disponerse en esta forma

$$F - R_1 = E_3 - R_4 = R \quad (12)$$

R representa la diferencia constante de flujo $E - R$ (generalmente una cantidad negativa) entre cada etapa. En la Fig. 6, se lo puede representar por la intersección de las prolongaciones de las líneas FR_1 y $E_{N_p}R_{N_{p+1}}$, de acuerdo con las características de estas coordenadas. Como los efluentes de cada etapa se unen mediante la línea de unión práctica para las condiciones particulares prevalecientes, E_1 se halla en el extremo de la línea de unión que pasa por R_1 . Una línea desde E_1 hasta R da R_2 , y así sucesivamente. De otro modo, las construcciones por etapas se pueden trazar en las coordenadas x, y ,

en la parte inferior de la figura, después de ubicar la línea de operación. Puede hacerse esto trazando líneas al azar desde el punto R y proyectando a la curva inferior sus intersecciones con el diagrama de equilibrio, de la manera habitual. La construcción escalonada establece luego el número de etapas. Las etapas son más bien reales que ideales, cuando ya los datos prácticos de equilibrio han tomado en cuenta el rendimiento por etapas, por lo que se obtendrá un número entero de éstas. Especialmente cuando la incógnita es el número de etapas necesarias para obtener un número entero, se ajustarán por tanto las concentraciones de los efluentes o la cantidad de disolvente.

Si la curva de equilibrio de la Fig. 6 representa únicamente la ineficacia de la separación mecánica entre el líquido y el sólido, y no aquella resultante del escaso tiempo de contacto del disolvente y del sólido, el efecto de la última si se lo conoce puede ser tomado en cuenta trazando una nueva curva de equilibrio en las coordenadas x, y . Deberá ubicarse ésta entre la curva de equilibrio de la figura y la línea de operación, a una distancia fraccionaria desde la línea de operación, en correspondencia con el rendimiento de etapa debido al corto tiempo de contacto.

d) PROCESO DE LA EXTRACCION POR DISOLVENTE

1 Pretratamiento Mecánico.

i.- Preparación de la semilla.

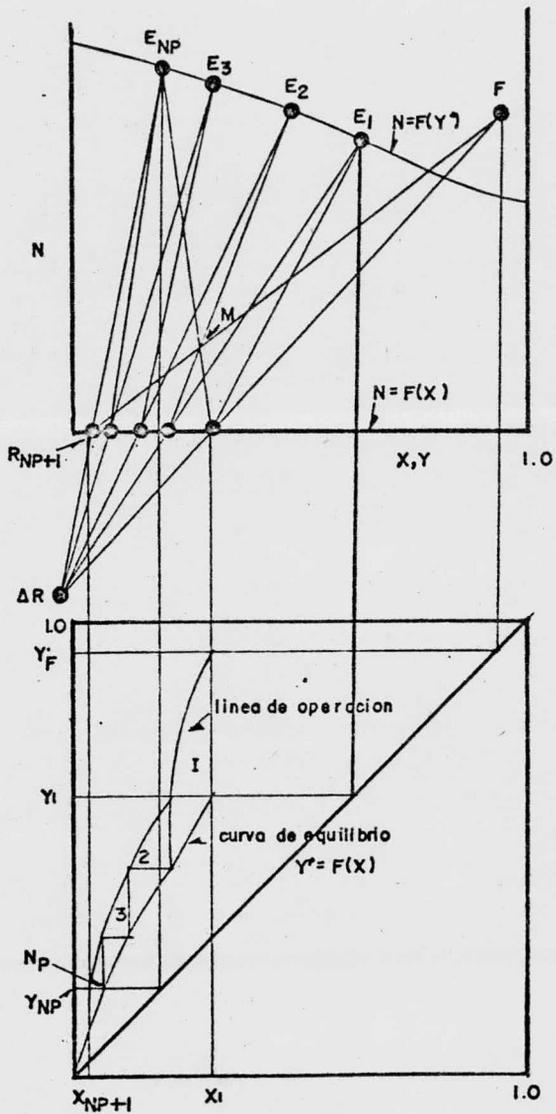


FIG. 6 LIXIVIACION EN ETAPAS MÚLTIPLES EN CONTRACORRIENTE

El primer paso del procesamiento de la semilla es su limpieza, que sirve para separar todos los productos extraños, tales como tallos, hojas, tierra, etcétera. Las hojas, los tallos y el polvo se eliminan por medio de cribas planas o tambores rotatorios; las partículas de hierro que puedan ser acarreadas, se eliminan por medio de bandas electromagnéticas que transportan la semilla. La limpieza de la semilla se debe efectuar antes de su almacenamiento.

ii.- Descascarillado y separación de la cascarilla.

Antes de la extracción del aceite, las semillas deberán descascarillarse. La cascarilla suele contener no más del 1% de aceite. Si la semilla no se descascarillara antes de la extracción, el rendimiento del aceite disminuiría, por la absorción de aceite en la torta y porque le resta capacidad a la planta.

iii.- Trituración de la semilla.

La transformación de la semilla en pequeñas partículas facilita la extracción del aceite ya sea por prensado mecánico, o bien como en nuestro caso, por la acción de disolventes.

Los cuerpos vegetales son de estructura celular; generalmente se hallan dentro de las células los productos naturales por extraer (lixiviar) de estas materias. Si permanecen intactas las paredes expuestas a un disolvente adecuado, la acción lixivante (de extracción) implica un pasaje osmótico del soluto a través de las paredes de la célula. Este puede ser un proceso lento. Sin embargo, es poco práctico y a veces indeseable la molienda del material hasta un tamaño suficientemente pequeño como para liberar los conteni-

s de las células individuales esto, en casos como el de la remola
a azucarera.

Las semillas tales como el cártamo, la soya y otras, usual--
te se aplastan o llevan al estado de copos para obtener partícu--
s de tamaño entre 0.005 y 0.02 de pulgada. Por supuesto, las célu--
s son de menor tamaño, pero se rompen por el proceso de formación
copos, y así los aceites toman un más fácil contacto con el di--
lvente.

Cuando se adsorbe el soluto sobre la superficie de las par--
culas sólidas o simplemente disueltas en la solución adherida, no
necesario la molienda ni la trituración. Se pueden lavar directa--
te las partículas.

2. Tratamiento térmico.

El tratamiento térmico se puede dividir en dos tipos, según--
efectúe para producir directamente el aceite o sólo para facili--
r la siguiente expresión por medios mecánicos.

El tratamiento térmico aplicado a las semillas se suele lla--
r "cocción". Su finalidad es coagular las proteínas de las pare--
s de las células oleaginosas y hacerlas permeables al paso del --
eite; el paso de éste a través de la materia sólida se ayuda tam--
én por la disminución de la viscosidad, debida al aumento de la -
temperatura. Como la materia prima (semilla oleaginosa) no está nun--
completamente seca, el tratamiento térmico siempre se asocia a -
versos efectos, debido a la presencia de humedad, aun cuando no -

se añade agua durante el proceso. Es un hecho que la presencia del agua es necesaria para que se produzca la coagulación proteínica antes mencionada. Las proteínas anhidras no se coagulan con facilidad y muestran señales de descomposición por el calor.

3. Extracción por disolventes.

El método más importante consiste en la utilización de etapas de extracción continua en contracorriente, en las que el disolvente y las semillas están en contacto entre sí, por corrientes que se mueven continuamente en direcciones opuestas. Aun en una batería de extracción donde el sólido se pasa físicamente de una etapa a otra, la carga de cada tanque se trata en forma sucesiva con líquidos de concentración decreciente, como si se movieran de una etapa a otra en un sistema a contracorrientes.

Cuando los sólidos forman una masa permeable durante toda la operación de extracción (lixiviación), se puede percolar el disolvente a través de un lecho de sólidos sin agitación. Cuando se trata de sólidos impermeables, o materiales que se desintegran durante la lixiviación, se dispersan los sólidos en el disolvente, y después se separan de él. Cualquiera de los dos métodos puede operar en forma continua.

La mayor parte de estos procesos funcionan satisfactoriamente siempre que las partículas de las semillas conserven su estado normal durante la extracción; si ello no fuera posible, presentaría problemas en el proceso y se tendría que hacer una reparación poste

rior, como se indicó anteriormente para sólidos impermeables.

La extracción realizada con disolvente debe hacerse de manera que se consiga un residuo libre de sustancia grasa o un residuo en que las proteínas no se hayan descompuesto por el calor.

DESCRIPCION DEL PROCESO UTILIZADO

EQUIPO.

a) JUSTIFICACION

Se eligió este proceso por sus diversas ventajas en comparación con otros procesos. Las principales son:

1. Sencillez mecánica.

El aparato D'SMET consta de un sólo órgano mecánico: una cinta sin fin, de una solidez a toda prueba, arrastrada por un motor provisto de un reductor muy lento. No hay ningún riesgo de avería mecánica.

Ya de por sí, su construcción horizontal presenta una gran ventaja, que se comprende mejor cuando se tiene en cuenta la complicación mecánica de los sistemas verticales y la gravedad de los paros eventuales. Además, el mando y el control de la instalación resultan fáciles y poco fatigosos.

2. Pureza de la miscela.

En un extractor D'SMET, la materia no queda sometida a movimiento mecánico alguno; además, la espesa capa de materia constituye un ideal estrato filtrante, por lo que se produce una miscela de perfecta limpidez. Esto permite suprimir completamente los filtros que equipan a todos los demás sistemas y producen los inconvenientes conocidos.

3. Facilidad de regulación.

Siendo individuales todas las bombas de recirculación de miscela, el caudal de cada rociador se regula individualmente, gracias a

válvula montada en la impulsión de cada bomba.

Esto constituye una ventaja capital sobre todos los demás sistemas de extracción en los que el caudal de miscela, en cada fase de extracción, es rigurosamente el mismo y está condicionado a la marcha de la destilación de la miscela rica. La experiencia prueba que, a medida que la materia está más desaceitada, su permeabilidad aumenta, lo que permite un rociado más violento. Se comprende fácilmente que esta posibilidad de hacer variar entre límites muy amplios la intensidad del rociado es la única que permite obtener en un tiempo dado el agotamiento más completo de la sustancia por extraer. Este sistema también posibilita conservar un rociado muy intenso con una destilación muy débil, puesto que son dos factores absolutamente independientes. Al final se obtiene una miscela mucho más rica que con otros extractores, con lo que se logra notable economía de vapor.

Los rociadores especiales del equipo, cualquiera que sea su caudal, dan un rociado absolutamente uniforme sobre la superficie de cada tolva, lo que evita toda circulación privilegiada en una u otra zona de la capa. Además, a raíz del cambio constante de la zona de rociado, no se debe tener "canalización" alguna, y numerosas experiencias han demostrado que no había rigurosamente ninguna corriente preferencial.

Tolerancia de trituración.

Debido a la posibilidad de variar en proporciones muy amplias la intensidad del rociado y esto de una manera totalmente indepen--

iente de la destilación ya no es necesario someter las semillas a una trituración tan minuciosa como en otros casos de extractores -- continuos.

Siempre que la trituración sea homogénea, el extractor se adapta con cualquier granulometría; el poder autofiltrante de la espesa capa de materia asegura, en todo caso, la producción de miscela perfectamente límpia.

5. Gran diversidad de empleos.

Dada la posibilidad de regular el espesor de la capa, la velocidad de la cinta y la intensidad del rociado, en el aparato --- D'SMET se puede tratar cualquier materia que contenga elementos grasos, sin tener que cambiar las telas metálicas, ni órgano del aparato alguno. El extractor D'SMET conviene perfectamente para la extracción directa (sin presión previa) de semillas ricas, en materia grasa. Incluso, es posible hacer extracción directa de copra con 70 por ciento de materia grasa. No es el tenor en aceite, sino la imposibilidad de triturar convenientemente ciertas semillas ricas con un pobre tenor de fibras (cacahuate, por ejemplo) lo que impide la generalización de la extracción directa. La extracción D'SMET dispone de una superficie filtrante muy grande y de un tiempo de extracción relativamente largo. Estos dos factores son muy favorables en los casos extremos de sustancias muy favorables en los casos extremos de sustancias muy poco permeables, o de materias poco preparadas que exigen un tiempo de extracción prolongado.

6. Visibilidad y accesibilidad perfecta.

Una profusión de mirillas y de puntos de alumbrado permiten-

seguir todas las fases de la extracción y dar a todos los dispositivos la regulación óptima. Grandes tapas estancas dan acceso fácil a cualquier punto interior del aparato.

Los condensadores no exigen mantenimiento alguno y el conjunto de la instalación puede funcionar varios meses sin interrupción. Sin embargo, algunas fábricas detienen la producción a fin de semana, sin que por esto haya de vaciarse la instalación. El extractor queda cargado de sustancia, y de tal modo se reduce a menos de una hora la puesta en régimen al comienzo de la semana.

7. Reducido consumo de vapor.

La flexibilidad de regulación del contacto entre la materia y el disolvente produce un muy elevado contenido de grasa en el disolvente. En la capacidad nominal, el contenido de grasa de la miscela es bastante mayor que el de la materia entrante. De esto resulta un consumo de vapor muy reducido en el grupo de destilación.

Además, el economizador de vapor que utiliza el calor latente de los vahos procedentes del sistema desolventizador reduce aún más el consumo de vapor, hasta llegar a su mínimo posible.

8. Bajo consumo de disolvente.

Un cuidadoso estudio de todas las partes de la instalación, combinado con una instalación perfeccionada de recuperación de disolvente, permiten mantener las pérdidas de éste en muy bajas proporciones. El mejor disolvente para la extracción de oleaginosas es el hexano comercial; pero se pueden obtener resultados parecidos -- con bencina de extracción comercial, con un grado de cocción de --

60/80 a 70/90°C (= 140/176° a 194° Fahrenheit).

9. Facilidad de mantenimiento.

Los tamices del extractor son lavados continuamente bajo presión y ello los mantiene perfectamente limpios. Además, un pequeño cepillo rotativo elimina las últimas partículas sólidas que pudieran adherirse. Como la miscela es filtrada en la capa misma, ello elimina la necesidad de un filtro de miscela independiente; el resultado es que no es preciso realizar una limpieza periódica de este filtro. Lo cual supone una ventaja sobre los otros sistemas.

El polvo se elimina de los vapores de los secadores gracias a unas combinaciones muy eficaces de despolvoreadores secos y húmedos. Un tratamiento adecuado del agua evita toda emulsión en el separador de disolvente, y unos dispositivos automáticos eliminan toda acumulación de polvo o barro.

10. Seguridad máxima.

Cada parte de una instalación D'SMET trabaja bajo vacío o ligera de presión. Así se evita cualquier escape de vapores de disolvente. La planta se autorregula, lo que asegura la marcha constante de todos sus elementos.

El agua que sale a la alcantarilla ha sido cocida; el aire expulsado a la atmósfera pasa a través de una Unidad que absorbe el disolvente para condensarlo en su casi totalidad; la harina extraída se enfría a una temperatura adecuada para su ensacamiento, por medio de una gran cantidad de aire puro.

Muchos sistemas de seguridad evitan que la instalación no --

funcione en condiciones peligrosas o anormales por ejemplo, por insuficiente entrada de agua de enfriamiento, presión anormal de vapor, falta de electricidad, temperatura demasiado alta del escape de gas, etcétera.

Todos los motores están enclavados eléctricamente. En caso de avería de cualquier motor, se detiene la instalación completa, así como el sistema transportador de harina.

b) DESCRIPCION DEL PROCESO:

El proceso D'SMET consta de seis pasos principales:

1. Pretratamiento mecánico
2. Extracción, con sus accesorios
3. Secado de las harinas
4. Acondicionamiento de las harinas
5. Destilación, con sus equipos
6. Recuperación del disolvente.

He aquí la descripción de estos pasos:

1. Pretratamiento mecánico.

En este paso no nos extenderemos, pues se describió en el capítulo IV, inciso "d".

2. El extractor y sus accesorios.

El extractor en sí está formado por un cuerpo horizontal de chapa soldada, provisto de varias aberturas de gran diámetro que da fácil acceso a todos los órganos internos. Las semillas circulan sobre una cinta transportadora, constituida por una serie de marcos articulados, que reposan sobre rodillos y están guarnecidos con cha

pas perforadas, recubiertas con telas filtrantes de acero inoxidable. Un registro (D) regula el espesor de la capa de semillas, mientras dos chapas fijas laterales determinan su ancho. La rueda (T), de gran diámetro, que mueve la cinta transportadora con velocidad lenta y regulable, es accionada por un motor eléctrico de pequeña potencia, por medio de un variador y reductor de velocidad.

Desplazándose dentro del extractor, la capa de materia es regada sucesivamente por una serie de rociadores de miscela (Ab ... - Az), cada uno de los cuales asegura una repartición uniforme del líquido. Por debajo de la cinta transportadora, la serie de tolvas correspondientes (B C D ... Y Z) recogen la miscela (enriquecida al pasar a través de la capa de materia) y alimentan las bombas, cada una de las cuales impulsa la miscela, en circuito cerrado, hacia el rociador dispuesto encima de la misma tolva.

En cada circuito, una válvula permite regular el caudal de rociado. Cada sección de riego está separada de la siguiente por una zona de escurrido, cuya capa superior queda removida por un rastrillo articulado (R).

Estos rastrillos tienen una función doble: 1) restablecen la permeabilidad superficial que pudiera quedar reducida eventualmente por sedimentación de finas partículas; 2) por el pequeño talud de materia que se forma sobre los rastrillos, impiden que la miscela se extienda hacia la superficie de la zona de escurrido.

a. Circuito de las semillas.

Veamos el esquema de principio. Las semillas trituradas o --

eventualmente prepresadas, entran en la tolva (2) a través del distribuidor alveolar (8).

Unos relés mantienen automáticamente, entre dos límites, el nivel de materia en esta tolva de espera.

El avance de la cinta transportadora arrastra por la salida de la tolva una capa de materia, cuya altura está determinada por la posición del registro (D).

Durante todo su trayecto por el extractor propiamente dicho, la materia queda sometida a un rociado intensivo de disolvente. En el primer rociador, este disolvente es miscela rica (es decir, disolvente que contiene 20 o 40 por. ciento de materia grasa).

La concentración de la miscela va disminuyendo gradualmente en los rociadores siguientes, hasta que llega a ser disolvente puro, procedente de los condensadores de la destilación, en el último rociador. Al pasar encima de la última tolva (Z), la materia se escudriña; y, finalmente, es descargada en la tolva de salida por el desolventador rotativo (S), que asegura una alimentación regular del transportador de salida de harinas hacia el sistema de desolventización.

Circuito del disolvente.

Para la extracción de materias oleaginosas, el disolvente que se emplea casi universalmente es el hexano (fracción ligera de hidrocarburo procedente de la destilación del petróleo, que destila entre 63 y 68°C). Para las materias grasas constituye el disolvente más selectivo, el más inofensivo para la salud y el que -

produce los aceites más puros.

Sigamos el circuito del disolvente en el esquema general de la instalación. Supongamos terminada la puesta en marcha y funcionando la planta en regimen normal.

La bomba (P1) lleva el disolvente encima de las semillas, al final de la extracción, y las somete a un último lavado. Este disolvente se carga ligeramente con aceite, al atravesar la capa, y cae en la tolva (Z).

La bomba (Pz) lo vuelve a recoger, para distribuirlo mediante un rociador encima de la misma tolva: así permite un rociado mucho más intenso de las semillas.

Sin embargo, debido a la llegada continua del disolvente -- fresco por la bomba (P1), la tolva (Z) desborda en su vecina (Y) -- por un vertedero de comunicación. La tolva (Y) y la capa de semillas situada encima están sometidas al mismo régimen de rociado intensivo permanente por la bomba que sigue (Py). Pero a esta altura, el disolvente encuentra semillas menos desaceitadas, y se carga con más aceite. Lo mismo pasa con cada una de las tolvas hasta la tolva B, cuyo funcionamiento es idéntico, pero con una concentración progresivamente mayor.

La última tolva (A) recibe además del rebose de la tolva (B) la miscela de limpieza alimentada por la bomba (P2) a través de un rociador suplementario (A2) colocado sobre la capa, encima de la -- tolva (A).

Más adelante nos referiremos al circuito de limpieza. Antes,

viene llamar la atención sobre el proceso particular de circulación de la miscela.

No se trata de una sencilla circulación a contracorriente: - miscela circula en circuito cerrado en cada una de las secciones sucesivas; y es al desbordar de tolva en tolva cómo realmente avanza el disolvente fresco, que se carga progresivamente con aceite, - la primera hasta la última tolva.

Funcionando el aparato en régimen, se establece un equilibrio entre el aceite extraído de la semilla en una sección determinada y la diferencia entre la cantidad de aceite llegada por desbordamiento de miscela de la tolva anterior y la arrastrada por la miscela - hacia la tolva siguiente.

La ventaja de este dispositivo es evidente, si subrayamos -- las bombas de circulación (Pb - Pz) tienen un caudal que pueden alcanzar hasta 30 veces la cantidad de disolvente fresco introducido en el aparato.

Válvulas individuales instaladas al lado de cada mirilla permiten regular cómodamente la intensidad de rociado en cada sección, mientras se observa por la mirilla correspondiente la parte superior de la capa de sustancia por extraer.

Para obtener una buena extracción, es imprescindible rociar eficientemente la sustancia para ahogarla, sin por ello rebasar el límite de saturación. De este modo, la gran capacidad de las bombas permite seguir cualquier materia prima, y da a cada sección la intensidad de rociado adecuada, cualquiera que sea el grado de tritura--

ción y la proporción de permeabilidad. Estando ya regulada la intensidad de rociado, no hace falta en general tocar las válvulas, salvo si se cambia de materia prima, o en caso de regulación de la preparación.

Las secciones de riego se componen de rociadores de autolimpieza, cuya concepción especial garantiza, en cualquier régimen, un reparto uniforme del líquido sobre una gran superficie.

c. Limpieza de la cinta transportadora.

Después de haberse vertido la sustancia en la tolva de salida (4), la cinta transportadora queda prácticamente limpia; sin embargo, algunas partículas de semillas quedan aún pegadas a las telas metálicas.

La limpieza final se realiza por un rociado bajo presión, -- con miscela rica procedente del depósito (17), por medio del rociador (A8) dirigido sobre el tramo de retorno de la cinta, encima de la tolva (K). La miscela que se recoge en la tolva (K) se va cargando con las partículas desprendidas de la tela metálica, y es aspirada por la bomba (P2), que la envía sobre la capa de materia a la entrada del extractor, por medio del rociador (A2).

Para extraer materias muy pegajosas, se instala un segundo lavado en el otro extremo del tramo de retorno. Este segundo rociado lubrica la cinta transportadora por medio de miscela rica, poco antes de que la cinta sea cargada con la materia caliente y húmeda de la tolva de entrada (2), lo que impide que la materia se pegue a las telas metálicas de la cinta transportadora.

d) Salida de la miscela rica.

Tal como lo indicamos, la tolva (A) recibe la miscela que -- desborda de la tolva vecina, y la miscela que va de la tolva de lavado, que se enriqueció todavía más al atravesar la capa de semillas o de orujos a la salida de la tolva de alimentación.

La tolva (A) desborda finalmente hacia el depósito (17), que contiene, en general, una reserva de miscela de unos cuantos metros cúbicos. Esta miscela muy rica en aceite (su riqueza puede alcanzar en aceite más del doble de la materia por extraer), es también de una limpieza perfecta. Esto se debe al principio del extractor, que es un filtro horizontal de capa espesa.

La miscela se filtra con la misma materia y cosa muy sorprendente, su pureza es tanto más perfecta cuanto más fina y polvorienta, es la textura de la materia. Esta gran pureza de la miscela permite la eliminación total de los filtros (fuente peligrosa de tantas preocupaciones y objeto de mantenimiento en la mayor parte de las extracciones), sin peligro alguno de ensuciar los haces tubulares de los aparatos de destilación de miscela. El depósito (17) alimenta a la bomba de miscela (P8), que alimenta, a su vez -en paralelo- al rociador de limpieza (A8) y al evaporador de miscela (18).

3. Grupo de secado de las harinas.

Este proceso se utiliza un tipo de secador vertical que ha suplantado por completo a los secaderos de husillo, horizontales, - todavía clásicos hace pocos años.

Reservado antes al tratamiento de las harinas de soya, y com

binando la evaporación del disolvente con una cocción húmeda, este tipo de secador ya se conoce desde hace mucho tiempo con el nombre inglés de Desolventizer-toaster ("desolventizador-tostador") o en abreviatura, "D.T."

Imprescindible en el tratamiento húmedo de las harinas de soya para obtener una reducción sustancial del contenido en "ureasa" este aparato, modificado, permite el tratamiento seco de harinas -- provenientes de otras clases de semillas; permite una solución universal del problema de la evaporación del disolvente retenido en -- las harinas extraídas, que salen del extractor.

Presenta como ventaja secundaria la de permitir una importante reducción de las pérdidas de disolvente, pues elimina y recupera sus últimas trazas.

Un D.T. se compone de un apilamiento vertical de varias (4 a 10) cubetas cilíndricas estancas, de doble fondo, calentadas con vapor. Cada fondo posee un orificio con válvula automática que permite el paso controlado de la harina, y varias rejillas que dejan pasar los gases de un piso a otro superior.

Un eje vertical común hace girar lentamente unas palas inclinadas sobre cada fondo; esto asegura la remoción de la harina extraída. Una especie de flotadores de paleta accionan las compuertas de paso de la harina, manteniendo un nivel constante en cada compartimiento. El compartimiento superior está conectado por un amplio conducto de gas al condensador 20 6, si está previsto, al economizador 60, a través del desempolvador húmedo 29.

Un colector central de gases conecta entre sí los diversos -- compartimientos. En el compartimiento superior, el colector está -- provisto de una tapa desmontable que permite aislarlo para el trata- miento de ciertas harinas.

El disolvente se evapora por simple calentamiento en atmósfe- ra seca. Una pequeña inyección de vapor en el compartimiento más ba- jo elimina de las harinas a los últimos vestigios de disolvente.

4. Acondicionamiento de las harinas.

Es fácil llevar a la cifra deseada la humedad de las harinas extraídas cuando salen de D.T., si se tiene en cuenta la pérdida de humedad durante el enfriamiento.

Generalmente, este enfriamiento es necesario para permitir - el ensacado y, sobre todo, el ensilado de las harinas.

Según sea el caso, el proceso D'SMET incluye un enfriador - sencillo o un enfriador secador, generalmente necesario para el tra- tamiento de la soya.

En el primer caso, estos aparatos funcionan por circulación- de aire frío; en el segundo, con aire caliente seguido por aire - - frío. Funcionando el aparato entero bajo depresión, no hay ningún - riesgo de pérdida de polvos, que se recuperan en un sistema de ci- - clones sumamente eficaz.

La temperatura de salida de las harinas es próxima a la del- ambiente; el tenor en humedad puede ajustarse al valor deseado.

5. El grupo de destilación y sus equipos.

El sistema de destilación de la miscela se caracteriza por el empleo desde el principio del vacío, y por la rapidez de la operación, que se hace de un modo casi instantáneo en aparatos de película fina. Este procedimiento permite no someter el aceite al calor, más que durante un tiempo sumamente corto, y aún, gracias al empleo de un fuerte vacío, la temperatura alcanzada queda lo más baja posible. Esto es importantísimo para algunos aceites que tienen la tendencia a estabilizar el color si están sometidos, antes de ser refinados, a una temperatura elevada. También es imprescindible si se quiere evitar la producción de lecitina demasiado oscura y de poco valor comercial. El grupo de destilación consta de los dispositivos fundamentales siguientes:

a) Un economizador de vapor (60) que utiliza el calor latente de los gases procedentes del desolventizador de harina para evaporar aproximadamente el 85% del disolvente que contiene la miscela. Funciona según el principio de "flash-evaporator" y consta de un haz tubular vertical, encima del cual se encuentra un separador gas líquido.

b) Un Evaporador (18) del tipo "flash-evaporator" de gran superficie, y de circulación acelerada, que permite una evaporación rápida del disolvente hasta lograr una concentración del 4 al 5 por ciento de volátiles en el aceite semiacabado. Como funciona este aparato bajo el mismo vacío como el economizador (60) y contiene una muy pequeña cantidad de líquido, la operación se ejecuta a baja

temperatura y con bastante rapidez para evitar toda estabilización del color y cualquier alteración del aceite.

c) Un condensador de superficie (19) con caja de agua flotante enteramente desmontable, lo que supone un mantenimiento fácil, - especialmente valioso, cuando las aguas empleadas son lodosas. Este dispositivo condensa en vacío, los vapores de disolvente procedentes de los aparatos a) y b).

d) Un precalentador de aceite (21).

e) Un acabador de aceite de película fina, en el que un pulverizador especial reparte el aceite en una película fina, sobre un gran número de chapas verticales.

A pesar del empleo de un vacío intenso, la mínima cantidad de aceite presente en el aparato, y su reparto sobre una superficie muy grande, evita la formación de espumas. En la parte inferior del aparato una inyección de vapor sobre calentado, permite obtener en combinación con el vacío intenso, aceites prácticamente exentos de disolvente, aún operando a una temperatura moderada.

f) Un condensador de superficie (23) que condensa los vapores procedentes del acabador (22).

g) Un grupo de bombas centrífugas (P8, P18, P22) que llevan la miscela del depósito (17) a los vapores, y el aceite acabado desde los evaporadores hacia el depósito de aceite crudo, pasando por un enfriador (81) (discrecional).

h) Varios eyectores (41) de vapor, que crean el vacío en cascada en el acabador (22), el evaporador (18), el economizador (60)-

y sus condensadores respectivos.

El aceite acabado que sale del enfriador, está prácticamente exento de disolvente, no quedando su calidad disminuída en nada, -- frente a los aceites obtenidos por presión de las mismas semillas.

Debido a las precauciones tomadas, a la rapidez de la evaporación y al vacío empleado, puede afirmarse que los aceites obtenidos por extracción directa en una instalación de este tipo, tienen una mejor presentación que los obtenidos por presión.

En efecto, la extracción en sí, no produce alteración alguna del aceite, entregándolo en el mismo estado en que se encuentra en la semilla. La presión, en cambio, sobre todo en las prensas modernas de alto rendimiento, somete, en presencia de agua, al aceite a una presión fuerte y a una temperatura muy elevada, lo que favorece la hidrólisis, la oxidación, la acidificación y fijación del color.

Resulta más sorprendente, comprobar que en la mayoría de los casos, los aceites de extracción contienen menos mucílagos que los aceites de presión, y que su tratamiento ulterior resulta mucho más fácil.

6. Recuperación del disolvente.

El consumo de disolvente es un factor importante en el balance de explotación de una instalación de extracción. Este problema -- ha sido muy cuidadosamente estudiado en el sistema utilizado, y el consumo de disolvente en grandes plantas, ha sido llevado corrientemente a cifras inferiores a 0-2 litros por 100 kilos de sustancia tratada. Las pérdidas de disolvente, en una instalación de extrac--

ción, pueden producirse de 5 modos distintos:

- a) por escapes,
- b) por el aire,
- c) por las harinas extraídas,
- d) por los aceites extraídos,
- e) por el agua condensada.

a).- En este proceso, todos los aparatos trabajan, sea en va
cío, o sea bajo una débil depresión. Además de la seguridad que con
fiere a la instalación, este principio, evita cualquier pérdida ac-
cidental de disolvente por falta de estanquidad.

Añadimos que es evidente que ésto no quita el tomar todas --
las precauciones posibles para tener la certeza que todos los dispo-
sitivos sean estancos, y de este detalle se ha cuidado esmeradamen-
te.

Citaremos por ejemplo: los cierres mecánicos de estanquidad-
con que están dotados los órganos móviles, que suprimen el manteni-
miento de las empaquetaduras de trenza.

Además todas las válvulas son de la construcción más perfec-
cionada, sea de membrana, sea de macho labrificado, o de bola.

b).- A pesar de la estanquidad estudiada de todos los dispo-
sitivos, no se puede evitar una entrada sistemática de aire en la
instalación. Esto ocurre porque se ha de manipular una materia sól
ida: semillas o tortas y harina extraída, que entran y salen de la -
instalación por válvulas rotativas, que arrastran sistemáticamente-
aire, y que se deben ajustar con un poco de juego, por donde el va-

cío favorece la entrada de aire.

Este aire, finalmente, queda eliminado de la instalación por un eyector, después de haber atravesado varios aparatos destinados a enfriarlo y a condensar lo más económicamente posible los vapores de disolvente que arrastra.

Además, este tipo de instalación está provisto de un grupo de recuperación por absorción en aceite.

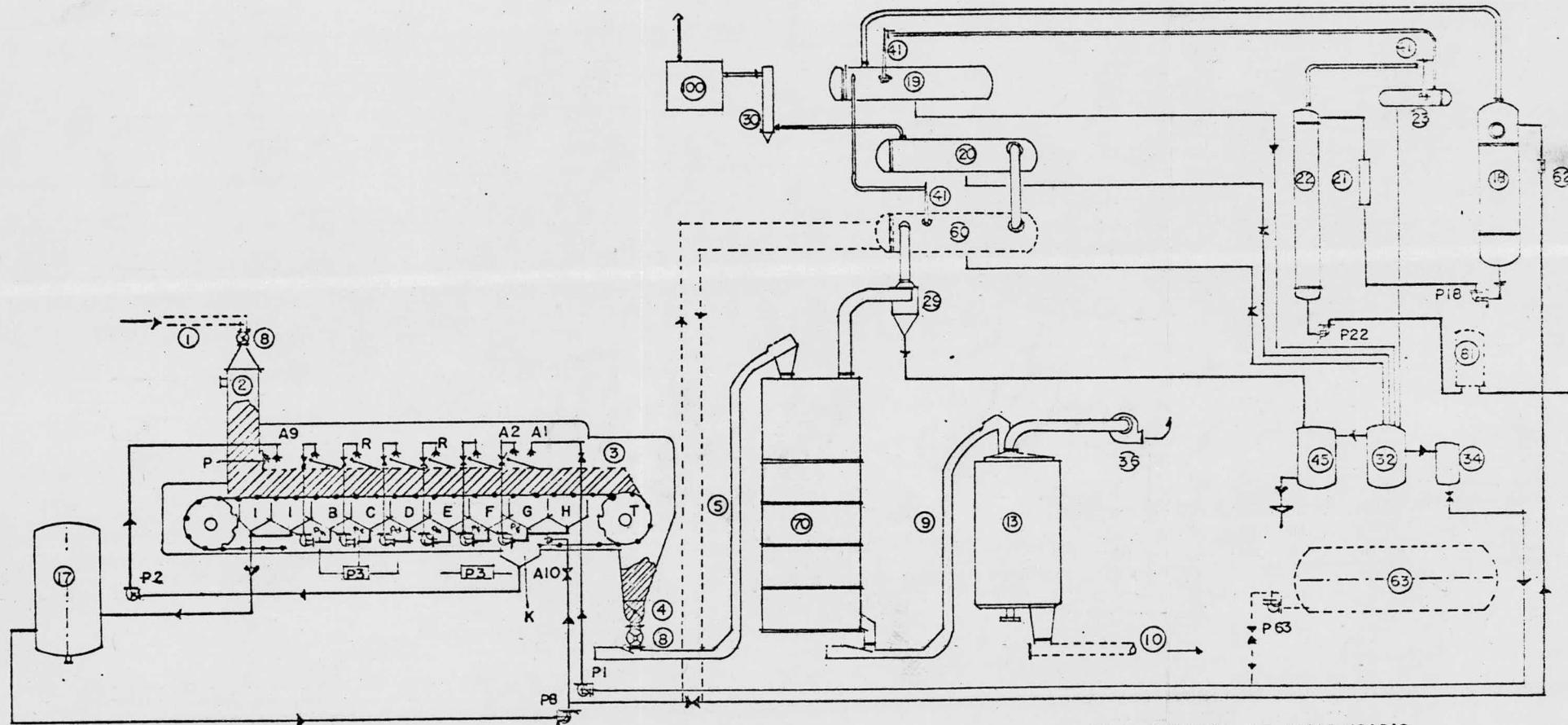
Antes de ser evacuado a la atmósfera, el aire se pone en contacto, a contracorriente, con el aceite que circula en circuito cerrado, repartido sobre una gran superficie. Este aceite pasa por un aparato de contacto, donde progresivamente se satura con disolvente por un evaporador bajo vacío (en el que el disolvente se evapora y se recupera) y por un enfriador que lo enfría a temperatura lo bastante baja para asegurar una buena absorción.

Este sistema, sumamente sencillo, no requiere ni vigilancia ni mantenimiento, pues no contiene ninguna pieza mecánica delicada. Además de una recuperación mejor, tiene una gran superioridad sobre los equipos de recuperación frigoríficos de uso corriente.

c).- Las harinas extraídas se calientan -como se ha expresado- en una instalación de secado, ampliamente calculada. Una última inyección de vapor vivo favorece, además, la eliminación de los últimos rastros de disolvente.

d).- El aceite extraído se trata finalmente en el acabador de aceite (22), en el que un fuerte vacío y la inyección de vapor reduce el tenor en disolvente, a un valor inferior a 0.1%

e).- Las aguas condensadas tienden, sobre todo en presencia de mucílagos, a formar con el hexano, emulsiones de agua con un tenor bajo de disolvente. Con algunas semillas y en ausencia de dispositivos especiales puede crearse así, una causa muy seria de pérdida de hexano arrastrado con el agua. Este tipo de instalación tiene varios elementos que concurren en suprimir cualquier dificultad y - pérdida de disolvente por este motivo: circuito de lavado de los gases del desolventizador (29), purga continua de la zona intermedia del "florentino" (32), hervidor especial (45) de las aguas del "florentino", garantizando la depuración completa de las aguas vertidas a la alcantarilla, lo que además de representar una economía, es un factor de seguridad que no se ha de menospreciar.



- 1 TRANSPORTADOR
- 2 TOLVA DE ALIMENTACION
- 3 EXTRACTOR
- 4 DISTRIBUIDOR DE SALIDA
- 5 TRANSPORTADOR
- 8 DISTRIBUIDOR ALVEOLAR
- 9 TRANSPORTADOR
- 10 " "
- 13 ENFRIADOR DE HARINA
- 14 CICLON
- 17 DEPOSITO DE MISCELA
- 18 EVAPORADOR

- 19 CONDENSADOR DEL 18
- 20 CONDENSADOR DEL D.T.
- 21 PRECALENTADOR DE ACEITE
- 22 ACABADOR DE ACEITE
- 23 CONDENSADOR DEL 22
- 24 FILTRO DE ACEITE
- 29 DESEMPOLVADOR HUMEDO
- 30 ENFRIADOR DE GAS
- 32 SEPARADOR AGUA HEXANO
- 34 DEPOSITO DE HEXANO
- 36 VENTILADOR
- 41 EYECTOR DE VAPOR

- 45 HERVIDOR DE AGUAS USADAS
- 60 ECONOMIZADOR DE VAPOR
- 62 MEDIDOR DEL CAUDAL DE MISCELA
- 63 DEPOSITO DE BENCINA
- 70 DESOLVENTIZADOR TOSTADOR
- 81 ENFRIADOR DE ACEITE
- 100 RECUPERACION POR ABSORCION
- P3 BOMBAS DE CIRCULACION
- P. BOMBAS
- K. TOLVA DE MISCELA DE LIMPIEZA
- A. ESPARCIDORES
- T. TAMBOR DE MANDO.

ASPECTOS ECONOMICOS

CAPACIDAD RECOMENDADA Y EQUIPOS BASICOS.

De acuerdo con los datos de producción en la zona del Mayo y el Yaqui, en Sonora, se ha calculado que la planta puede absorber una producción de 49,500 ton/año lo cual significa el funcionamiento normal de la planta procesadora de semilla de cártamo.

Con base en esto, se recomienda que la planta procese 150 -- ton. de semilla en tres turnos por día de 24 horas, es decir 49,500 ton. anuales.

Debido al carácter cíclico de las cosechas, y por las necesidades propias de la semilla, se recomienda que la planta trabaje so lo 11 meses al año, y que se dedique el tiempo sobrante a manteni- miento y limpieza. Este período se aprovecharía para que el personal tome sus vacaciones.

INSTALACIONES RECOMENDABLES.

Para el almacenamiento y manejo de la semilla, Almacenes Nacionales de Depósito, S. A. (CONASUPO), cuenta con bodegas que permiten acondicionarla para su pignoración de acuerdo con sus requeri- mientos. Por otro lado, la planta debe contar con bodegas (silos) -- para almacenar su propia semilla, por lo que se recomienda tener -- una capacidad de bodega lo suficientemente amplia para que no se de tenga el proceso de fabricación. En este caso las bodegas se calcula ron para una capacidad de 3 meses.

Los terrenos, la construcción civil y la distribución de la planta se diseñaron de acuerdo con la capacidad de ésta, de la siguiente manera:

<u>VAL DE TERRENO:</u>	7,500 M ² x \$ 1.60/M ² = \$ 12,000.00
Almacenes de materia prima	3,000 M ² x \$200.00/M ² = \$600,000.00
Planta extractora	400 M ² x \$300.00/M ² = \$120,000.00
Almacén de producto terminado	1,000 M ² x \$200.00/M ² = \$200,000.00
Oficinas, Laboratorios y otros	200 M ² x \$300.00/M ² = \$ 60,000.00
Áreas de maniobra	2,900 M ²
T O T A L.....	\$992,000.00

PERSONAL DE OBRA:

Para la operación y administración de la planta, se requiere

la siguiente personal:

Personal de Administración y Ventas:

- 1 Gerente General
- 1 Contador
- 4 Auxiliares administrativos y Secretarias

Personal de producción y servicios:

- 3 Ingenieros
- 2 Laboratoristas
- 21 Encargados de departamento
- 18 Ayudantes de departamento
- 3 Mecánicos
- 3 Electricistas.

INVERSIONES:

El equipo presupuestado, se desglosa en los cuadros números 1 y 2 que corresponde a la cotización presentada por D'SMET, S. A. de C. V., considerada como la mejor alternativa de acuerdo a las cacterísticas del proceso y su disponibilidad.

La cotización incluye cuatro secciones: unidad de limpieza, - unidad de preprensado y de preparación, unidad de extracción y unidad de acondicionamiento. Puede observarse en el cuadro No. 1 co - rrespondiente a maquinaria de proceso, que el equipo de importación asciende a un costo de \$10'535,000.00 M.N., F.O.B., puerto europeo o norteamericano en su caso; en tanto que el equipo de adquisición nacional suma \$14'925,000.00, L.A.B. talleres en México, D.F., haciendo un total de \$25'460,000.00 y sumando gastos adicionales tanto del equipo de importación como del nacional, más equipos auxiliares, te nemos un total de \$35'879,500.00.

La inversión fija aproximada que requiere la planta extractora de aceites vegetales, con producción de pastas residuales con capacidad de 150 ton. de materia prima por día (3 turnos) asciende a \$44'725,395.00, desglosado de la siguiente manera:

1.- Maquinaria de proceso.....	\$30'859,500.00
2.- Equipos auxiliares.....	\$ 5'020,000.00
3.- Ingeniería, montaje y supervisión.....	\$ 3'587,950.00
(10% s/inversión de 1 y 2)	
4.- Mobiliario y equipo de oficina.....	\$ 200,000.00
5.- Terreno y construcción.....	\$ 992,000.00
6.- Imprevistos (10% s/inversión fija).....	\$ 4'065,945.00
	<hr/>
T O T A L.....	\$44'725,395.00

RELACION DE MAQUINARIA DE PROCESO

M A Q U I N A R I A	<u>I M P O R T A C I O N</u>		<u>N A C I O N A L</u>		<u>T O T A L</u>
	Costo F.O.B. origen	gastos adicionales. 30% s/inversión	Costo L.A.B. México, D.F.	Gastos adicionales. 15% s/inversión	
<u>1.- Tratamiento de semilla:</u>					
1.1 Equipo de limpieza	\$ 1'090,000.00	\$ 327,000.00	\$	\$	\$ 1'417,000.00
1.2 Descascarillado	\$ 2'280,000.00	\$ 684,000.00			\$ 2'964,000.00
1.3 Sistema neumático			\$ 1'915,000.00	\$ 287,200.00	\$ 2'202,000.00
1.4 Transportadores			\$ 2'645,000.00	\$ 397,100.00	\$ 3'042,100.00
<u>2.- Prepresado:</u>					
2.1 Equipo prepresado	\$ 3'270,000.00	\$ 981,000.00	\$ 1'435,000.00	\$ 215,200.00	\$ 5'901,200.00
2.2 Equipo de preparación	\$ 595,000.00	\$ 178,500.00	\$ 200,000.00	\$ 30,000.00	\$ 1'003,500.00
2.3 Transportadores y equipos eléctricos	\$ 100,000.00	\$ 30,000.00	\$ 1'350,000.00	\$ 202,500.00	\$ 1'682,500.00
<u>3.- Extracción por solventes:</u>	\$ 3'200,000.00	\$ 960,000.00	\$ 4'900,000.00	\$ 735,000.00	\$ 9'795,000.00
<u>4.- Manejo de pastas:</u>			\$ 650,000.00	\$ 97,500.00	\$ 747,500.00
<u>5.- Motores eléctricos:</u>			\$ 1'830,000.00	\$ 274,500.00	\$ 2'104,500.00
T O T A L	\$10'535,000.00	\$3'160,500.00	\$14'925,000.00	\$2'239,000.00	\$30'859,500.00

CUADRO No. 2

OTROS EQUIPOS AUXILIARES

C O N C E P T O	I N V E R S I O N
subestación eléctrica de 1,500 KVA	\$ 1'750,000.00
caldera de 100 BHP de capacidad incluyendo tipo Suavizador de Agua.	\$ 275,000.00
caldera de 80 BHP de capacidad, con Equipo vizador de Agua.	\$ 225,000.00
Generador de Electricidad de Emergencia, -- a capacidad necesaria es de 350 KW.	\$ 500,000.00
báscula para camiones con capacidad de 50-	\$ 60,000.00
re de Enfriamiento de Agua.	\$ 60,000.00
foración y Equipamiento de pozo profundo, - carga de 4" de diámetro.	\$ 150,000.00
00 M. de tubería de 1/2" a 3" para servicios agua, gas, vapor, condensador y aceite.	\$ 500,000.00
e de válvulas mecánicas, juntas, válvulas - etricas, etc.	\$ 350,000.00
compresor de aire de 40' cúbicos.	\$ 50,000.00
e de herramientas para taller, terrajas, -- ves, quemador de gas, soldadura eléctrica, - co, taladro, esmeril, etc.	\$ 400,000.00
que elevado para almacenamiento de agua, -- 0 M. de diámetro, altura cilíndrica 0.8 M., acidad 50 000 Lt.	\$ 100,000.00
stencia de refacciones y accesorios para un , según estimación.	\$ 600,000.00
T O T A L.....	<u>\$ 5'020,000.00</u>

Trabajando tres turnos diarios durante 330 días al año, y -- transformando 49,500 ton. de cártamo, los costos de producción del aceite crudo, las pastas proteínicas y los costos de operación totales serán los siguientes:

Depreciación y Mantenimiento:

-depreciación maquinaria y equipo (10%)..... \$ 3'587,950.00
-depreciación de construcciones (3%)..... \$ 20,400.00
-mantenimiento de maquinaria y equipo (5% s/inv.)..... \$ 1'793,975.00

MATERIA PRIMA:

49,500 ton./año X \$ 3,000.00 ton. = \$ 148'500,000.00

INSUMOS:

Agua, combustible, energía eléctrica y disolvente; desglosados de - la siguiente manera:

Agua: 30,294 M³/año X \$0.30/M³..... = \$ 9,088.20/año

Combustible: 1,350.69 M³/año X \$510.00/M³..... = \$ 688,851.90/año

Energía eléctrica:..... = \$1'330,807.50/año

-extracción 5'700,750 kw/año X \$0.21/kw =
\$1'197,157.50

-bodegas 534,600 kw/año X \$0.25/kw =
\$130,977.00

Solvente: 148,500 lt/año X \$1.20/lt..... = \$ 178,200.00/año
T O T A L..... \$2'206,947.60/año

COSTO DE MANO DE OBRA:

Costos de producción y servicios:	\$1'963,200.00
30% de prestaciones.....	\$ 588,960.00
Costos de administración y ventas:	\$ 348,000.00
30% de prestaciones.....	\$ 104,400.00
T O T A L.....	\$3'004,560.00

DEPRECIACION DE EQUIPO DE OFICINA.

10% sobre inversión..... \$ 20,000.00

COSTOS FINANCIEROS.

10% de interés anual sobre el 50% de la inversión... \$2'236,269.00

COSTO TOTAL.

Costo de producción.....	\$153'256,434.00
Costos de administración y ventas.....	\$ 472,400.00
Costos de financiamiento.....	\$ 2'236,269.00

INGRESOS

Los ingresos por concepto de la venta de aceite crudo y pasta de cártamo serán:

Composición de la semilla de cártamo:

62% pasta

35% aceite

3% cascarilla y residuos

50 ton/día X 0.03 = 4.50 ton/día de cascarilla y residuos

50 ton/día X 0.35 = 52.5 ton/día de aceite; suponiendo que la pas-

ta absorba un 1% de aceite tendremos:

Rearreglando:

$$150 \text{ ton} \times 0.34 = 51 \text{ ton/día de aceite} \times 330 \text{ días/año} = 16,830 \frac{\text{ton.aceite}}{\text{año}}$$

La pasta se obtendrá por diferencia:

$$150 - (51 + 4.50) = 94.5 \text{ ton. pasta/día} \times 330 \text{ días/año} = 31,185 \frac{\text{ton.pasta}}{\text{año}}$$

Costo de un litro de aceite =

$$\frac{\text{costo de producción}}{\text{litros de aceite al año}} = \frac{\$153'256,434.60}{16'830,000} = \$9.10$$

" costo de un litro de aceite = \$9.10 sin envasar

Si al año se producen 16'830,000 litros con un precio de venta de \$10.00 el litro, se tendrá:

$$\text{Aceite} : 16'830,000 \text{ lt.} \times \$10.00 = \$168'300,000.00/\text{año}$$

$$\text{Pasta} : 31,185 \text{ ton/año} \times \$1,041.80/\text{ton.} = \$32'488,533.00/\text{año}$$

VENTAS TOTALES..... \$200'788,533.00/año

CAPITAL DE TRABAJO.

El Capital de Trabajo para la planta asciende a \$30'232,377.00 y -- está compuesto por:

$$\text{Semill para un mes de producción.....} \quad \$13'500,000.00$$

$$\text{Un mes de producto terminado (sin incluir depreciaciones) al costo.....} \quad \underline{\$16'732,377.00}$$

T O T A L..... \$30'232,377.00

RELACIONES ECONOMICAS Y FINANCIERAS.

Utilidad

La utilidad neta, después del pago de impuestos, asciende a \$18'223,485 al año, que representan un rendimiento del 24.31% sobre la inversión total.

El Estado de Pérdidas y Ganancias preliminar, trabajando la-
planta a plena capacidad es:

Ventas.....	\$ 200'788,533.00
Costo de lo vendido.....	\$ 153'256,434.00
Utilidad bruta.....	\$ 47'532,099.00
Gastos de administración y ventas.....	\$ 472,400.00
Impuestos s/ingresos mercantiles.....	\$ 8'392,960.00
Gastos financieros.....	\$ 2'236,269.00
Utilidad neta a/impuesto.....	\$ 36'446,970.00
Impuesto sobre la renta (I.S.R.).....	\$ <u>18'223,485.00</u>
UTILIDAD NETA D/IMPUESTOS.....	\$ 18'223,485.00

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{utilidad neta d/impuestos}}{\text{inversión fija + capital de trabajo}} \times 100 = 24.31\%$$

$$\frac{\$ 18'223,485.00}{\$ 74'957,772.00} \times 100 = 24.31\%$$

Rentabilidad = 24.31%

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

EFECTOS SOCIOECONOMICOS.

La transformación de la semilla de cártamo en aceite y pastas proteínicas en Fundición, Sonora, representa una posibilidad inmediata de industrialización y desarrollo de esta región.

Con el establecimiento de la planta, los pequeños agricultores de la región, podrán vender su producción directamente sin tener que entrar en tratos con intermediarios. Se generarán compras de materias primas auxiliares, y se derramarán anualmente - - - \$ 3'004,560.00 por concepto de sueldos, salarios y prestaciones derivadas al personal de la planta.

Las plantas refinadoras de aceite de la región, recibirán un gran impulso al transformarse el aceite crudo.

El Estado y la Federación, recibirán anualmente \$26'616,445.00 por concepto de los impuestos sobre ingresos mercantiles y sobre la renta, pagados por la planta.

Los agricultores recibirán estímulo para cultivar una superficie mayor de cártamo o de otras oleaginosas, al contar con una garantía de compra por parte de la planta.

Se podrán desarrollar industrias conexas, que utilicen los derivados del cártamo, como la pasta residual, para producir alimentos balanceados para ganado vacuno y porcino, de bastante demanda en el Estado.

Por lo que se recomienda la instalación de una Planta Procesadora de Semilla de Cártamo en este lugar.

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

Aceites y Grasas Industriales
Alton E. Bainey.

Metodo de Análisis Químico Industriales
Bera Lunge D'ans.

Química General Moderna
Joseph A. Babor
José Ibarz Aznarez.

Circular Ciano N° 7
Secretaría de Agricultura y Ganadería.

Mercado de las Oleaginosas
Dirección General de Economía Agrícola.

Operaciones Unitarias de Ingeniería Química
M^e Cabe Ana Smith.

Transferencia de Masa
Robert Treybal.