

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
Y MANUFACTURERA**

**" Estudio de Pre - Factibilidad para la Instalación
de
una Planta de Extracción de Aceite de Higuierilla
en Chilca - Lima "**

**TESIS
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

FLAVIO ABEL ALVARADO MALDONADO

CESAR AUGUSTO VARGAS PORTALES

LIMA - PERÚ

2001

El presente trabajo esta dedicado
A nuestros Padres, que con su tutela
Transitamos la Vida.

Agradecemos a las Empresas
E Investigadores del área
De aceites que facilitaron
La realización de este
trabajo.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION	9
CAPITULO I : CONCEPTOS DE ADMINISTRACION E INGENIERIA	10
CAPITULO II : ESTUDIO DE LA MATERIA PRIMA	12
2.1 Metodología	12
2.2 Características de la Materia Prima	12
2.2.1 Cultivo de la Higuierilla	13
2.2.1.1 Historia	13
2.2.1.2 Botánica	13
2.2.2 Composición química de la semilla de Higuierilla	36
2.2.3 Estado físico de la Semilla	39
2.2.4 Usos y aplicaciones	42
2.3 Características del producto (aceite de Higuierilla)	45
2.3.1 Composición Química	45
2.3.2 Usos y aplicaciones industriales	47
CAPITULO III ESTUDIO DE MERCADO	68
3.1 Análisis de la Oferta y Demanda de la Materia Prima	68
3.1.1 Oferta de la Semilla de Higuierilla	68
3.1.2 Demanda de Aceite de Ricino	69
3.1.3 Oferta y Demanda en la Comunidad Andina de Aceite de Higuierilla	70

CAPITULO IV: OBTENCION DEL ACEITE DE RICINO A PARTIR DE LA SEMILLA DE HIGUERILLA A NIVEL DE LABORATORIO	75
4.1 Introducción	75
4.2 Parte Experimental	78
4.2.1 Equipo, materiales y reactivos	80
4.2.1.1 Equipos	80
4.2.1.2 Materiales	80
4.2.1.3 Reactivos	80
4.2.2 Ensayos para la identificación del aceite de Ricino	81
4.2.3 Relación de las etapas involucradas en el proceso de obtención del aceite de Ricino	81
4.2.3.1 Limpieza de la semilla	81
4.2.3.2 Prensado en frío	81
4.2.3.3 Decoloración	82
4.2.3.4 Filtración	85
4.2.3.5 Espectro de identificación del aceite de Ricino	86
4.2.3.6 Espectro de aceite de Ricino Ecuatoriano y aceite de ricino obtenido en laboratorio	86
4.2.3.7 Identificación del solvente	89
4.2.3.8 Tratamiento del cake	90

4.2.3.9	Peso del aceite de Ricino técnico en la extracción por solvente	91
4.3	Discusión de resultados	93
4.3.1	Diagrama de flujo del trabajo de laboratorio	94
4.4	Conclusiones	97
CAPITULO V: DISEÑO DE EQUIPOS A NIVEL INDUSTRIAL		
5.1	Descripción del proceso	100
5.2	Diagrama de flujo	101
5.3	Descripción de las maquinarias y equipos de producción	102
5.3.1	Planta de aceite de Ricino	103
5.3.1.1	Sección - Almacenamiento y recepción de Materia prima	103
5.3.1.2	Sección - Limpieza	104
5.3.1.3	Sección - Prensado	104
5.3.1.4	Sección - Sedimentación, Blanqueo y Filtración	105
5.3.1.5	Sección -Servicios Industriales	107
CAPITULO VI: EVALUACION ECONOMICA, INVERSIONES Y FINANCIAMIENTO		
6.1	Inversiones	162
6.1.1	Consideraciones generales	162
6.1.2	Inversiones en Activo Tangible	162
6.1.3	Inversiones en Activo Intangible	163
6.1.4	Capital de Trabajo	163

6.1.5	Resumen general de inversiones	166
6.2	Financiamiento	166
6.2.1	Fuentes financieras	167
6.2.2	Estructura del financiamiento	167
6.2.3	Servicio de la deuda	168
CAPITULO VII: COSTOS E INGRESOS		169
7.1	Costos	169
7.1.1	Costos de producción	169
7.1.1.1	Costos directos de producción	169
7.1.1.2	Costos indirectos de producción	172
7.1.2	Costos de operación	174
7.1.2.1	Costos administrativos	174
7.1.2.2	Gastos de ventas	175
7.1.2.3	Gastos financieros	176
7.2	Ingresos	176
7.2.1	Programa de ventas	176
7.2.2	Ingreso por ventas	177
7.3	Punto de equilibrio	177
CAPITULO VIII: EVALUACION EMPRESARIAL Y FINANCIERA		180
8.1	Estados financieros proyectados	180
8.1.1	Ganancias y perdidas	180
8.1.2	Flujo de caja	180
8.1.3	Balance	181

8.2	Evaluación empresarial	183
8.2.1	Evaluación económica	183
8.2.1.1	Consideraciones generales	183
8.2.1.2	Beneficios	183
8.2.1.3	Costos	184
8.2.1.4	Rentabilidad económica	185
8.2.2	Evaluación financiera	185
CAPITULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
9.1	Generalidades	186
9.2	Objetivos	187
9.3	Resumen	188
9.4	Conclusiones	190
9.5	Recomendaciones	191
ANEXOS		
ANEXO 1	Reacciones del aceite de Ricino	192
ANEXO 2	Otros usos del aceite de higuierilla	195
ANEXO 3	Métodos de análisis de identificación de aceite de Ricino	196
ANEXO 4	Comparación de Espectros.	208
BIBLIOGRAFIA		211

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por objetivo presentar un estudio preliminar para la instalación de una planta de Aceite de Higuierilla o también llamado Aceite de Ricino.

El Aceite de Ricino es usado en la Industria Farmacéutica, Cosmética y en la Industria en General debido a sus propiedades físico - químicas que lo diferencia de los demás aceites.

En nuestro país no existe cultivo planificado de la Higuierilla por tal motivo esperamos que este trabajo sea un punto de partida para inversionistas nacionales o extranjeros para poder implementar proyectos agroindustriales que contribuyan a la generación de puestos de trabajo, que contribuyan a la reactivación industrial y económica de nuestro país.

CAPITULO I: CONCEPTOS DE ADMINISTRACION E INGENIERIA

La misión de la Planta es producir aceites de alta calidad, a precios competitivos, alcanzando estándares internacionales, optimizando los recursos humanos y materiales para ser más eficientes, productivos, competitivos y rentables.

La visión de la planta es propiciar áreas de cultivo de higuierilla en forma organizada, aprovechando tierras eriazas, aguas servidas, para que la producción de aceite pueda satisfacer la demanda nacional y exportar los excedentes.

Dentro del análisis global competitivo, en el país no hay producción de aceite de higuierilla que cubra las necesidades, en el mercado nacional no existe oferta interna. Con estos antecedentes y teniendo como único competidor al aceite de ricino de procedencia ecuatoriana, vemo con grandes posibilidades de posicionarnos en el mercado.

Como elementos de organización y administración podemos mencionar que nuestra planilla no deberá estar recargada, para lo cual necesitaríamos un profesional que ejerza las labores de dirección.

Encargándose de: finanzas, contabilidad, compra y ventas y otro profesional con labores de operación encargándose de: producción, mantenimiento, control de calidad, investigación y desarrollo.

Con respecto al impacto ambiental el cultivo de la Semilla de Higuierilla no trae efectos nocivos al medio ambiente, la planta de extracción de aceite de Higuierilla no elimina productos contaminantes.

CAPITULO II: ESTUDIO DE LA MATERIA PRIMA

2.1 Metodología

El presente trabajo, está orientado como proyecto para aplicarse al mercado nacional, y a la Comunidad Andina, considerando además al Mercado Mundial.

Evaluaremos la producción nacional así como la importación del ricino.

Las fuentes de información son por bibliografía, Dirección General de Aduanas, Comunidad Andina, FAO, Tropical Products.

2.2 Característica de la Materia Prima

La semilla de higuierilla utilizada tiene como nombre científico: *Ricinus Communis Sanguineus*, y la variedad es Chocolate Silvestre.

2.2.1 Cultivo de la higuera

2.2.1.1 Historia

Se remonta a la época de los milenarios sarcófagos egipcios, en cuyas tumbas se encontraron las semillas, también en tumbas Persas, Hindúes y Chinas.

Conocido como Higuera, Palmacristi Higuera Infernal, Tástago, Catapucia Mayor, Alcherva, Cerva, Talpa. etc.

Por primera vez fue aprovechado para alumbrado, luego en cosméticos, siendo inclusive mencionado por la Biblia.

Es una euforbiácea, cuyo origen probable es Africa, siendo un arbusto tropical, de pocas exigencias dada su rusticidad y de múltiples aplicaciones.

2.2.1.2 Botánica

Principales características:

Raíz

Gruesa ramificada, penetra profundamente en el suelo.

Tallo

Erguido, hueco, cilíndrico, algo inflado en los nudos y de coloración diversa (verde más o menos oscuro, verde rosado, rojizo ó violáceo), según las variedades; el diámetro del tallo es variable; en las variedades enanas el diámetro es de 1 cm., en las silvestres es mayor, puede llegar hasta 40 centímetros o más.

Hojas

Disposición alterna; son grandes de color verde, palmado hendidas en lóbulos en un número variable de 5 a 11, suelen estar plegados en correspondencia con las nervaciones.

Flores

De sexo separado, agrupados en racimos, las flores machos de color amarillo ocupan la parte inferior y las flores hembras son rojas.



Arbusto de Hiquerilla con altura de 2.5 m. proxímadamente
Fig 1



Arbustos de Hiquerilla en el campo

La flor hembra tiene el cáliz dividido de tres a cinco lóbulos caedizos, ovario con tres cavidades, un solo óvulo cada uno que será después una semilla.

Fruto

Es una cápsula, antes de la madurez es de color rojo carmín o verde, están erizadas en puntas de longitud y dirección variable. La variedad inerme carece de puntas.

El ovario ha originado tres cavidades que contienen a las semillas.

Las cápsulas se abren por sus carpelos, constituyendo la dehiscencia en casi todas las variedades silvestres.

Semilla

Generalmente de forma oval, tamaño y color variable, tienen una excrecencia apical que se llama carúncula.

Es de superficie lisa y lustrosa, tiene una cubierta dura quebradiza y otra

interior muy fina que protege a la almendra.

La semilla es de maduración lenta. Muchas veces la semilla no se forma completamente entonces se dice que es "vana".

Peciolo

Es largo y presenta la misma coloración que el tallo, en su base hay dos estipulas membranosas que envuelven las hojas jóvenes, y caen cuando éstas empiezan a abrirse.

Clima

La Higuierilla es una planta propia de clima cálido.

Temperatura óptima $24^{\circ} \text{C} = 76^{\circ} \text{F}$
($20^{\circ}\text{C}-26^{\circ}\text{C}$) es aceptable. Una vez iniciada la germinación no soporta temperaturas menores de 12°C , además a los 15°C soporta pero no crece.

En la costa peruana puede sembrarse desde noviembre hasta abril, durante los meses de calor de preferencia.

La temperatura alta acelera la maduración y acorta el período de fructificación. El calor tiene influencia directa sobre la calidad del aceite; así a menor temperatura menor calidad.

La humedad de Lima no afecta, y la porción de humedad en las semillas no pasa del 6%.

En tiempo de maduración no debe haber más de 500 mm de lluvia para facilitar la cosecha y el descascarado posterior.

Puede cultivarse desde el nivel del mar hasta 2,500 m. Puede ser afectada por la helada. En los países tropicales vive de 8 a 10 años y llega a alcanzar de 9 a 10 m. En las regiones templadas puede vivir, pero no resiste los fríos de invierno.

Suelo

Se adapta a diferentes tipos de suelo, pero los mejores rendimientos se obtienen en suelos bien drenados, con suficiente capacidad para retener la humedad necesaria para las plantas, los suelos calcáreos y algo ácidos dan buenos resultados, de preferencia donde predomine la arcilla.

La higuierilla no prospera en suelos demasiado pobres, requiere de preferencia que haya fósforo, potasio, cal, magnesio.

En una plantación conviene abonar porque la planta absorbe muchos elementos y dejaría agotado el terreno para un próximo cultivo.

Puede aprovecharse los terrenos marginales y suelos de irrigación.

La higuierilla no tolera un exceso de sales solubles, es menos tolerante que el algodón, maíz, trigo. Es preferible sembrar sobre humedad.

Cultivo

Debe emplearse semilla seleccionada, clasificada, poder germinativo, libre de enfermedades, conservados en lugares bien secos y protegidos del frío, también no deben ser vanas ni carecer de la curúncula.

De preferencia se siembra las semillas de la última cosecha, las semillas de oleaginosas pierden rápidamente la facultad de germinar.

Numero de semillas por hectárea

La cantidad de semillas a utilizarse está relacionada al sistema de sembrío en línea corrida para la variedad Baker con distanciamiento (0.90 m. * 0.30 m.) debe emplearse 11 Kg. de semilla por hectárea; una en cada hoyo, la siembra puede hacerse a máquina.

Las variedades silvestres como la chocolate con distanciamiento de (3 m * 3 m) debe emplearse 1.5 Kg de semilla por



Arbustos de Higuera ubicados al costado de carretera rural

Fig. 3



Detalle de una hoja de Higuera

Fig. 4

hectáreas colocándose 2 ó 3 semillas por cada hoyo; cada Kg. de este tipo tiene aproximadamente 1800 semillas.

Profundidad de sembrío

Varía de 5 a 7 cm. Según la temperatura reinante, será más superficial el sembrío si la curva térmica esta baja y más profunda cuando la curva térmica está máxima.

Sembríos más profundos en suelos arenosos y sueltos y más superficialmente en suelos compactos.

Distanciamiento

Debe de hacerse de acuerdo:

- 1° A la variedad si es enana o silvestre.
- 2° Fertilidad del suelo, si es pobre o no lo es.
- 3° Si el cultivo va ir asociado o no.

Backer 1 m. entre surco * 0.4 m.
entre plantas.



Fig. 5
Fruto de a planta de Higuierilla

Cimarrón	1 m. entre surco * 0.5 m. entre plantas.
Chocolate	Asociado.- 3 m. * 3 m. No Asociado.- 2 m. * 1 m.

CLASES DE HIGUERILLA

CUADRO COMPARATIVO ENTRE 2 VARIEDADES REPRESENTATIVAS

<u>Backer</u> (enana)	<u>Chocolate</u> (Silvestre)
Menor desarrollo	Mayor desarrollo
Altura: 1.20 m.	Altura: 2.55m ó más
Distanciamiento: 1mt. * 0.40m.	Distanciamiento: 3m X 3m.
Menor Rusticidad.	Mayor rusticidad.
Menor Rendimiento por Planta.	Mayor rendimiento planta
Menor Período vegetativo.	Mayor periodo vegetativo
No se debe podar.	Si se debe podar
Anuales en (EEUU).	Perenne.
Origen EEUU.	Origen Perú.



Frutos secos de la planta de Hiquerilla

Fig. 6



Semillas de la planta de Hiquerilla

Fig. 7

Sembrío

Con el terreno preparado, con suficiente humedad, no es necesario remojar la semilla antes del sembrío, porque se puede podrir.

El chocolate se siembra todo el año de preferencia entre Setiembre - Octubre.

Riego

Según el tipo de suelo, temperatura del lugar, densidad del sembrío, no resiste agua estancada produce podredura en la raíz, las variedades silvestres se adaptan más a las lluvias, así hay hiquerillas en Yurimaguas y en Iquitos que son de alto grado pluviométrico.

En la plantación Backer con 5 riegos al año, generalmente se obtienen con 3 y hasta con 2 riegos, siendo esta planta recomendada para lugares que sufren escasez de agua.

La hiquerilla puede crecer, fructificar perfectamente en zonas

húmedas en bordes o cercanías de acequias, siempre que sus raíces no estén en contacto con el agua.

Las raíces de la planta americana (enanas) son superficiales, no así las silvestres que profundizan, hay que tener en cuenta para hacer los riegos. En suelos donde no hay riego, y se usa solo la lluvia, puede obtenerse cosechas con niveles de lluvia de 500 mm.

Durante la germinación se puede dar unos riegos ligeros. Para la cosecha previamente se suspenderá el riego.

Fertilizantes

Es necesario abonarlo; si antes el campo fue sembrado con alfalfa no es necesario nitrógeno, pero en cambio hay que abonarlo con más fósforo.

En los primeros 2 meses necesita mucho nitrógeno, del 2° al 5° que comprende la floración, fructificación y cosecha abonar con fertilizantes

potásicos y fosfatados a partir del 2º mes.

En la variedad silvestre varía porque las etapas son más dilatadas comprendiendo la primera etapa de formación que corresponde a los cinco primeros meses, luego viene la segunda etapa en que se encuentra la floración y fructificación.

Los fertilizantes fosfatados deberán colocarse profundos, como el ácido fosfórico; el exceso de fósforo no afecta a la planta.

El exceso de nitrógeno contribuirá a un mayor crecimiento vegetativo, lo cual dará una pobre producción.

Si el nitrógeno es escaso se producirá un color amarillento en las hojas superiores, entonces se aplicará una segunda dosis para que el cultivo se reponga.

Se recomienda:

Nitrógeno	:	20 - 40 Kg./Ha.
Sulfato de amonio	:	120 - 200 Kg./Ha.
Acido fosfórico	:	50 - 70 Kg./Ha.
Superfosfato	:	300 - 400Kg./Ha.
Potasa	:	50 - 75Kg./Ha.
Cloruro o sulfato de potasio:		100 - 150Kg./Ha.

Para las mezclas de abonos se recomienda nitrogenados, fosfóricos y potásicos con nutrientes:

N : P : K :

5 : 10 : 10 = 500 - 800 Kg./Ha.

8 : 9 : 10 = 500 - 800 Kg./Ha.

8 : 8 : 8 = 500 - 800 Kg./Ha.

Despunte y poda

El despunte terminal se realiza cuando la planta tiene 1 m. de altura.

La poda no se hace para la higuierilla enana, las podas altas son las más recomendables, se efectúa cuando la planta tenga 1.20 m. de altura.

Se piensa que lo mejor sería, en la variedad " Chocolate " hacer un despunte general y después del primer año empezar con la poda de formación.

En el Brasil se hace la poda después de la cosecha, para obtener una segunda producción.

Malezas

Se deshierba, cuando las plantas tengan 10 cm. De altura, remover superficialmente el terreno para destruir las malas hierbas, esta tarea se puede realizar con ayuda mecánica.

Plagas

(Tetranychus SP) Arañita Roja.- Se encuentra en la cara inferior de la hoja donde pican y absorben la savia; en la cara superior aparecen manchas amarillas, las hojas se secan y caen.

Control.- Quema de rastrojo, aplicación de insecticida sistemático.

(Argyrotaenia Sphaleropa) Se alimenta de las inflorescencias, las posturas se observa en la cara superior de las hojas.

Control Biológico.- Se puede emplear del género trichoganea.

(Empoasca Fabae) Cigarrita Verde.- Pican y absorben savia de la hoja, estas tiene los borde amarillos y encrespados.

Control.- Insecticida sistemático.

(Prococera Atramentalis) Polilla de las cápsulas Es la más importante, la postura de huevos es en la inflorescencia, las larvas que nacen se protege en las flores masculinas, comen la corteza de los pedúnculos con la consiguiente caída de las cápsulas.

Las orugas se alimentan de la semilla que está verde y en la semilla madura destruyen la corúncula.

Control.- Con la mosca parásito Nemorrilla Angustipennis, con la avispa

del género panteles y con insecticidas inorgánicos.

Gusanos de tierra.-

Control.- Aldrín 2.5% o Hexacloruro de Benceno en polvo al momento de la siembra.

Otras:

- ❖ (Noctua Melicerta) Mariposa Nocturna.
- ❖ Nematodos.
- ❖ Incerya Purchasi.
- ❖ Corythaica Monacha (Chinche de las alas de encaje) Chupador que se encuentra en el revés de la hoja.
- ❖ Paratetranychus.

Enfermedades

Fusarium Ricini.- Chancro en la base del tallo, en la época de mucha lluvia.

Melampsora Ricini.- Roya del ricino, no es peligrosa.

Bacterium Aleuritides.- Mancha bacterial de la hoja.

Dolhiorella SP.- Cangrena en las ramas.

Dolhiorella Ribis.- Podredumbre de los frutos.

Enfermedades Radiculares como el Algodón:

(Veticillium Sp) - Wilt ó Marchitez.

(Thielaviopsis Basicola) Podredumbre Radicular.

Cosecha

Las variedades silvestres pueden comenzar a cosecharse aproximadamente luego de los 180 a 240 días, las variedades enanas pueden cosecharse después de los 90 días.

Las semillas de los racimos maduran de abajo hacia arriba, la hiquerilla no debe ser cosechada hasta que todas las cápsulas del racimo hayan madurado y estén de color café en las variedades indehiscentes. En las variedades dehiscentes es preferible cortar los racimos casi maduros.

Rendimientos

Número de Cosechas.- Las variedades enanas dan 8 cosechas al año. En las variedades silvestres hay que estar constantemente cosechando, generalmente cada 20 días debido a la dehiscencia, pero hay algunas que son poco o casi nada dehiscentes como la variedad Chocolate.

Las variedades silvestres pueden cultivarse por 3 años consecutivos en la misma plantación con buen resultado económico

Manera de Cosecha.- A máquina ó a mano con guantes de cuero; las mujeres cosechan aproximadamente 18 Kg de semilla limpia en 8 horas ó sea 30 Kg de frutos.

Secado de la Semilla.- Para promover la dehiscencia o apertura de los carpelos del fruto, se les remueven de tiempo en tiempo en 3 ó 4 días los frutos se abren y saltan las semillas que mediante el aventado son separados de su envoltura.

Estas semillas se conservan en lugares acostumbrados, cuidando de removerlas de cuando en cuando. Si no se remueven se enrancian, lo que hay que evitar.

Inflorescencia - Floración.-

La higuierilla florece en racimos entre los 3 ó 4 meses después del sembrío. En las zonas de clima templado se mantiene constantemente las floraciones durante todo el año, mientras que en el clima frío se produce una floración anual.

La floración es más abundante en verano que en invierno.

La longitud de la inflorescencia varía con la variedad, también varía el número de cápsulas por racimo.

Las flores son de tipo monoico, es decir que las flores son de ambos sexos colocados en distintos sitios de la inflorescencia. En el vértice del racimo están colocadas las flores femeninas y más abajo las masculinas.

Las inflorescencias de la planta no llegan a desarrollarse de manera uniforme sino escalonada.

Fecundación y cruzamiento.-

La fecundación es anemófila, es decir se efectúa por intervención del viento, también autofecundación, es decir, se realiza directamente por el polen de la misma planta.

Puede hacerse la fecundación artificial aprovechando para hacer cruces con diversas variedades.

2.2.2 Composición química de la semilla de higuierilla

De los análisis hechos a la semilla de Ricino, se ha llegado a la conclusión de que las semillas constan de un 22% de cáscara (rica en materias minerales y exentas de aceite) y un 78% de almendra blanca suave, que contiene una enzima de considerable poder hidrolítico sobre las grasas y que pueden utilizarse industrialmente para hidrolizar aceites y grasas en la producción de jabón.

La semilla entera posee además un principio tóxico llamado **Ricina** ó

Ricinina y 50 a 60% de aceite, el que se obtiene por extracción con prensa o solvente.

La semilla según el profesor GEINER de 100 partes normales de semilla se tiene la composición presentada en la tabla I:

Tabla I

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE HIGUERILLA	
EN EL PERICARPIO	%
Resina	1.91
Goma	1.91
Fibra Leñosa	<u>20.00</u>
Total	23.82
EN EL ENDOCARPIO	
Agua	7.09
Aceite Graso	46.19
Goma	2.40
Almidón	20.00
Compuesto Nitrogenado	<u>0.50</u>
Total	76.18
Total General	100.00

Esta semilla por su alto contenido de aceite, se le considera como un producto muy rentable, ya que es uno de los pocos productos que tienen alto porcentaje de aceite, como se muestra comparativamente con otras semillas en la tabla II.

Tabla II
PORCENTAJE DE ACEITE DE DIVERSAS
SEMILLAS VEGETALES

	%
Nuez	70
Coco	65
Ricino	50-60
Sésamo	45-55
Girasol	45-50
Almendra	40-50
Maní	40-50
Nabo	33-43
Cáñamo	30-35
Soya	15-20
Algodón	15-20
Maíz	5
Trigo	2.1
Arroz	2
Centeno	1.8

2.2.3 Estado físico de la semilla

La semilla de ricino tiene una almendra de forma oval y aspecto atractivo, esta cubierto con motas negras, de color generalmente marrón pero que puede variar desde un blanco turbio hasta casi rojo. Esta capa protectora es quebradiza; si resulta dañada, se reduce la calidad de la semilla, y en consecuencia, la de su aceite, cuya acidez aumenta, en el interior, la pulpa de semilla consiste en una sustancia blanca que se puede aplastar con los dedos.

La semilla de ricino es claramente venenosa dado que contiene *Ricinina* que es una sustancia tóxica, también contiene un alérgeno DB-1A, cuyos efectos son todavía muy discutidos. Los granos enteros son inocuos siempre y cuando no se utilicen para la alimentación humana o animal.

La semilla de ricino pesa entre 0.1 y 1.3 gramos, de cuyo peso entre 25% corresponde a la cáscara y 75% a la almendra, el aceite se encuentra, en su mayor parte, en la sustancia blanca de la semilla, su contenido varía entre 35 a 55%; mediciones realizadas en 8 clases de semillas (tamaño promedio de la semilla). A continuación se muestra el siguiente cuadro:

(Tabla III) de dimensiones por tamaños.

Tabla III

Tamaño	Longitud	Ancho	Peso
Grande	19.50 mm.	14.6 mm.	0.90 gr.
Mediana	16.40	9.9	0.50
Pequeña	10.50	8.0	0.24

Se ha determinado que la semilla pequeña ofrece mejor calidad de aceite.

La composición promedio de la semilla se presenta en la Tabla IV.

Tabla IV

Composición media de la semilla

Material	Porcentaje medio
	%
Agua	5 - 6
Sustancia Nitrogenada.	19
Sustancia no Nitrogenada.	20.5
Grasa	51
Cenizas	3

El peso específico de la semilla es de aproximadamente 620 Kg/m³.

Las semillas de ricino pueden ser almacenadas fácilmente, incluso al ambiente (con protección de la lluvia y la luz del sol) sin que se alteren sus cualidades y su valor comercial.

La calidad de la semilla de ricino producida es valorada con los siguientes factores:

a) grado de limpieza

- b) porcentaje de semilla quebrada
- c) porcentaje de humedad

Limites tolerados para cada uno de los factores anotados:

- a) 0.5% de impureza o basura
- b) 2% de semilla quebrada
- c) 6% de humedad en la semilla

2.2.4 Usos y aplicaciones

Torta de Higuerilla como subproducto

En el Perú la torta de higuerilla puede industrializarse empleándola ya sea como fertilizante y como alimento para ganado.

Valor de la torta como abono

La torta de la higuerilla, es decir el residuo que queda después de extraído el aceite, tiene un alto valor fertilizante superior aún al del **ESTIERCOL FRESCO**. Aún los residuos de las

hojas, tallos, raíces y cápsulas pueden utilizarse para mejorar los suelos.

El siguiente cuadro mostrado en la Tabla V tomado del Boletín CASTOR BEANS IN TEXAS N° 744 del Servicio de Extensión y Estación Experimental de Texas; muestran claramente el valor fertilizante de la torta de higuierilla.

TABLA V

VALOR FERTILIZANTE DE LA TORTA DE HIGUERILLA

Material	N	P	K
Cáscara de higuierilla	1.91	0.28	3.02
Cáscara de algodón	0.50	0.05	1.10
Abono fresco estable	0.50	0.25	0.50

Torta de Higuierilla como alimento para ganado:

La torta de higuierilla en países europeos como Holanda y Dinamarca, es usada como alimento para ganado.

La torta a pesar de tener una sustancia venenosa como la *Ricinina* y un Alergeno son posibles de ser usada para

este fin, pero previamente el alcaloide debe de ser neutralizado haciendo hervir la torta en una solución de Cloruro de Sodio al 10% por 3 veces.

Por ejemplo tomamos una muestra de 100 gramos de torta se le hace hervir en la solución de cloruro de sodio por 3 veces y para comprobar la existencia del alcaloide se toma 500 cc. De la solución sódica y se mezcla con el reactivo de Meyer si existe precipitado, quiere decir que todavía la torta es venenosa y debe continuarse el lavado hasta que en las pruebas siguientes no precipite. El precipitado es blanco y lechoso en medio anaranjado que es el color del reactivo. La composición de la torta es la que se presenta en la Tabla VI:

TABLA VI**Composición de la Torta**

Proteína	30.0 %
Fibra	32.0 %
Grasa	7.5 %

2.3 Características del Producto (aceite de higuierilla)

2.3.1 Composición química

Tabla VII

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE RICINO

composición de ácidos grasos de aceite de ricino

ACIDOS GRASOS	COMPOSICIÓN %	FORMULA EMPÍRICA	PESO MOLECULAR	TEMP EBULLICIÓN °C	TEMP FUSIÓN °C
RICINOLEICO	82-88	$C_{18}H_{34}O_2$	298.46	245.0	5
LINOLEICO	6-7	$C_{18}H_{32}O_2$	280.44	229.5	-5
OLEICO	5-7	$C_{18}H_{34}O_2$	282.46	285.3	14
PALMITICO	1.5-2	$C_{16}H_{32}O_2$	256.26	271.5	62.9
ESTEÁRICO	1.2	$C_{18}H_{36}O_2$	286.46	291.0	69.4
EICOSENOICO	0.4-0.6	$C_{20}H_{38}O_2$	310.15	-	24.5
LINOLENICO	0.2-0.4	$C_{18}H_{30}O_2$	278.42	-	-
ARAQUIDICO	0.1-0.3	$C_{20}H_{40}O_2$	312.52	328.0	75.2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS

- > FÍSICA
- > MATEMÁTICA
- > QUÍMICA
- > INGENIERÍA FÍSICA

REFERENCIA DEL CLIENTE : CESAR A. VARGAS PORTALES
FLAVIO A. ALVARADO MALDONADO

MUESTRA : ACEITE DE RICINO O HIGUERILLA
EXTRACCION : METODO DE Prensado EN FRIO
FECHA DE EXTRACCION : MARZO DEL 2000
LABORATORIO : LAB 14 DE LA FIQM
FECHA DE EMISION : 24/07/00

RESULTADOS

Acidos grasos	Composición %	Temperatura se ebullición °C	Temperatura fusion °C	Peso molecular
Ricinoleico	86.45	236.8	5	298.46
Linoleico	5.15	229.5	-9.5	280.00
Oleico	7.45	284.0	14	282.26
Palmitico	0.75	270.0	63	256.50
Estearico	0.20	290.0	69	286.50

METODO

Se hizo un proceso de destilación fraccionada analizando las distintas fracciones por el metodo cromatografía de capa fina, utilizando diferentes sustancias patron.

se utilizo como agente revelador: lampara de U.V. De 366nm.. las muestras fueron inyectadas en cromatodolios GF 254.

BIBLIOGRAFIA

OFFICIAL METODOS OF ANALYSIS OF ASOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, WILLIAM HORWITZ, 9 EDITION, 1990.

M.SC. QUIMICA OTILIA ACHA DE LA CRUZ
Responsable del análisis químico

2.3.2 Usos y aplicaciones industriales

En la Industria Nacional se usa el Aceite de Ricino USP en las siguientes actividades principales:

En la industria cosmética, en la elaboración de lápices labiales, jabones de tocador.

En la industria farmacéutica es utilizado para la fabricación de laxantes y como vehículo para la elaboración de productos veterinarios.

En la fabricación de papeles copia.

En la industria de lubricantes.

a) Para la Industria

b) Para la Industria Farmacéutica

a) Para la Industria

Cada día se descubren más aplicaciones del aceite de Ricino, de las que se conocen son más de 200 aplicaciones y otras se hallan en

estudio, nos limitaremos a nombrar las principales:

1. Los científicos de la Naval Research Laboratories de Washington, han encontrado un lubricante sintético que resiste todas las temperaturas sin congelarse, su composición química le permite por tanto seguir conservando su viscosidad, este producto es el Dioctyl Sebacate que proviene del aceite de Ricino.
2. El producto Rislán es bien conocido y como lubricante el más usado y se llama Ricisoluble 2, que se obtiene del aceite de Ricino. Sus beneficios sobre lubricantes derivados del petróleo son:

A bajas temperaturas su baja viscosidad y bajo punto de fusión, ayuda a encender el motor con facilidad.

Se mantiene la viscosidad aún a temperaturas altas.

La baja volatilidad reduce la pérdida de aceite por evaporación.

Alarga la vida de los motores aún sean usados en altas temperaturas.

Tiene una mejor estabilidad oxidante y química, lo que significa una vida más larga del lubricante no tóxico.

No es dermatítica.

3. Ricisoluble Diester tiene uso amplio en los aerjets, el aceite de ricino como tal se está empleando en Brasil en combinación con etanol con éxito reemplazando al Diesel.
4. En forma de grasa tenemos de 3 tipos: grasa líquida para cojinetes, empleando 9 partes de aceite purificado y 1 de cebo de ovino; grasa suelta para pistones, empleando 8 partes de aceite purificado y 2 de cebo de ovino; grasa especial para ejes, empleando 6 partes de aceite purificado y 4 de cebo de ovino.

5. El aceite de ricino es un aceite industrial de propiedades secantes, tiene la propiedad de absorber el oxígeno del aire; incorporados a la pintura o al barniz sufren una modificación física al cambiar el estado líquido al sólido, formando una película protectora.
6. Sirve como agregado para laquear o barnizar y dar durabilidad a muebles de madera. Dada la solubilidad en alcohol, en cuya forma se utiliza para la elaboración de líquidos para frenos hidráulicos, que tienen la propiedad de no gotear a través de los empaques, como suceden con otros aceites.
7. Las cortinas de material plástico, tienen aceite de ricino en su composición para aumentar la flexibilidad y ayudar a mantener los colores brillantes. En la preparación de fibras textiles sin-

téticas, en las resinas alquídicas formadas por condensación de ácidos dibásicos y alcoholes superiores, adquieren una importancia mayor cada día.

- 8 Los manteles y telas de hule tratadas en su fabricación sea en el proceso de teñido o de la impresión con aceite de ricino adquieren un acabado suave, flexible y resistente.
9. El aceite de ricino tratado con ácido sulfúrico da el ácido sulforicínico, que combinado con la sosa, es muy empleado como mordiente graso en las grandes tintorerías. Tiene también empleo, combinado con el ácido sulfúrico, como materia prima para fabricar el aceite " Rojo Turco " tan usado en la industria de curtidos finos, y para elaborar un sustituto del caucho, por sus

grandes propiedades como aislante impermeabilizante.

10. Para la fabricación del cuero artificial, en la preparación de aminoácidos y en la fabricación del celuloide (caucho sucedáneo).
11. Para la vulcanización de llantas.
12. Para la fabricación de papel matamoscas.
13. Su poder desemulsionante lo hace utilizable para eliminar el agua del petróleo y preparar gasolina de alto octanaje.
14. En Java y en Molúcas se emplea en el empastado con cal, para formar un cemento completamente impermeable, usado para el enlucido de edificios.
15. Con el auge del motor de altas revoluciones y con este el de la aviación militar y comercial, en fin todas las máquinas de precisión, ha llegado a ocupar una posición

privilegiada ya que con este aceite se lubrican las maquinarias antes mencionadas.

16. La torta como sub-producto de la extracción del aceite, contiene alrededor de 40% de proteínas que tratada (detoxificada) pueden ser usada como suplemento alimenticio para ganado y aves de corral; sin tratamiento puede ser utilizado como abono; también como insecticida contra larvas de numerosos insectos nocivos.

b) Para la Industria Farmacéutica

1. El aceite de ricino se utiliza como purgante, pudiéndose usarse sin peligro en dosis de 15 cc. No irrita el intestino ya que este se descompone produciendo el ácido Ricinoléico. Se emplea también para matar parásitos intestinales asociados a otros medicamentos.

2. En la industria de la perfumería, porque retiene más fácilmente las grasas de los aceites olorosos y las esencias.

Seguidamente presentamos otros usos del aceite de ricino y semilla de la higuera.

Usos del aceite y semilla de la Higuera

Aditivos para aceites de lubricación.

Betunes para calzado y revestimientos.

Ceras.

Papel Carbón.

Crayones.

Toxicidad

En la semilla de ricino se encuentran sustancias venenosas, como:

La Ricinina

Se encuentra en una proporción de 2.8% a 3%. La ricinina parece ser una

sustancia albuminosa que pertenece al grupo de los fermentos, no figurados o enzima que determinan la aglutinación de los eritrocitos.

La ricinina pulverizada es un polvo blanco, inodoro, muy venenoso, que deja ceniza cuando se incinera, se disuelve fácilmente con la solución de sal común al 10%.

La ricinina se halla en el epispermo, en la proporción de 0.15% y en los residuos en la proporción de 0.25%. En ácido sulfúrico da intensa coloración verde.

Es un alcaloide, siendo un derivado Piridónico, se presenta en el laboratorio como prismas blancos, ópticamente inactivos, solubles en agua, cloroformo y éter; reduce el permanganato de potasio.

Es tóxico y acelera la respiración. Los síntomas por envenenamiento son: náuseas, vómitos, cólicos, diarreas, disentería, fiebre, sed, sudor, frío,

calambres en las piernas, cianosis y anuria.

La muerte puede ocurrir de 6 a 8 días después de ingerida la semilla.

En la necropsia se descubre ulceraciones intestinales, necrosis, esteatosis del hígado, degeneración vascular del epitelio urinario, hiperleucocitosis.

El tratamiento exige el lavado del estómago, la administración de emolientes de tintura de opio y la aplicación de suero inmunizante Ricinado de Ehrlich.

Aceite de ricino sulfonado.- El aceite de ricino es usado para la fabricación del Rojo Turco, el cual se prepara pasando ácido sulfúrico concentrado durante varias horas y manteniendo la mezcla durante toda la sulfonación a una temperatura de 25-30 °C, después de incorporar el ácido se lava el producto y

luego se neutraliza con una solución de hidróxido de sodio.

De ésta sulfonación del ácido ricinoléico resulta un ester sulfónico en que el grupo hidroxilo del ácido ricinoléico se ha esterificado pero en un verdadero ácido sulfónico, esto depende de la cantidad de ácido sulfúrico.

Los ácidos sulfónicos se preparan bloqueando antes el grupo hidroxilo por ejemplo mediante la acetilación.

Este ácido sulfonado es un agente humectante o dispersivo de actividad aniónica y por consiguiente coopera a la producción de colores claros y brillantes en tintorería y sirve también para el acabado de algodón y lino.

Aceite de ricino oxidado.- Se prepara poniendo en contacto aceite de ricino con aire u oxígeno a una temperatura de 80 a 130 °C con o sin catalizador, esta oxidación se acompaña de polimerización como

se suele acompañar la oxidación de los glicéridos que también ocurre variación de color y descomposición según las circunstancias en que se haga la oxidación.

Estos aceites oxidados se obtienen con amplios índices de acidez y viscosidad así como también color.

Estos aceites se usan mucho como plastificantes en lacas, en cueros artificiales, telas enceradas.

La ventaja sobre el aceite crudo radica en que los de mayor viscosidad tienen menos tendencia a exudar de las películas por el calor.

Generalmente son compatibles con las sustancias que usan productos de nitrocelulosa y dan a estos lustre, potencia adhesiva y elasticidad como experimentan la dispersión molecular en películas de lacas que se han de aplicar a superficies fijas.

Aceite de ricino deshidratado.- Se puede obtener por 2 métodos:

1. Por deshidratación parcial en un producto no secante soluble en aceite mineral.
2. Por deshidratación total del aceite de ricino que es usado por sus propiedades lubricantes e hidráulicas, y en estado crudo no es miscible con aceite de petróleo lo que es grave inconveniente para la aplicación hidráulica y lubricante.

La deshidratación parcial del aceite lo hace soluble en lubricante de petróleo y si se deshidrata totalmente se produce un aceite secante, por su bajo índice de viscosidad (variación relativamente ligera de la viscosidad con la temperatura) su bajo punto de derrame (menos de 34 °C) su propiedad hidráulica sigue siendo muy usual el aceite de ricino soluble en aceite

mineral para la fabricación de líquido para frenos, sistemas de amortiguación de vibradores, se suele usar una combinación con aceite mineral ligeros u otros solventes hidrocarbureados o con glicoles y sustancias semejantes.

El aceite de ricino soluble en aceite mineral se prepara calentando el aceite de 200-280 °C con catalizador como óxido de estaño o wolframio.

El aceite de ricino deshidratado tiene importantes usos. La producción se efectúa por procedimientos directos e indirectos.

En el método directo de producción se usa pequeñas cantidades de ácido, sales ácidas de ácidos sulfónicos.

Aceite de ricino hidrogenado.-

Es un ácido no saturado, por lo tanto se puede añadir hidrógeno al enlace

doble para formar un ácido saturado de mayor punto de fusión.

De esta manera se produce una grasa parecida a la cera de punto de fusión 84-87 °C.

El producto de hidrogenación se realiza, inyectando hidrógeno a presión y agitando fuertemente y a una temperatura de 150 °C empleando como catalizador al níquel.

Los ácidos endurecidos de ricino se usan como sustitutos de la cera.

Acido saponificado.- Se usa como componente con otras grasas para mejorar la formación de espuma en el jabón. Sirve para preparar ricinoleatos de alquilo y otros esterés que se usan como plastificantes químicos.

También el aceite de ricino sirve para la obtención de ácido sebácico, azelaico y subérico.

Es materia prima para producir a partir de síntesis de condensación de tipo nylon, para síntesis de muchos otros productos útiles, como emulsión, detergente y agentes de flotación.

Acido sebácico.- (ácido sebacílico, ácido decanodioico ácido 1,8-octano-dicarboxílico).

Formula : $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$

Peso molecular : 202.24 gr./mol

Punto de fusión : 134.5 °C

Temperatura de ebullición : 294.5 °C

Preparación.- Se trata aceite de ricino con álcali cáustico a alta temperatura ya sea utilizando el cáustico en forma sólida y en medio acuoso suspendido en algún líquido orgánico de alto punto de ebullición con el aceite mineral blanco.

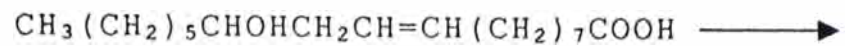
Cuando se emplea la solución de hidróxido de sodio, se puede efectuar

la operación por partidas para conservar el agua en estado líquido según otro procedimiento, se añade lentamente el aceite de ricino a una solución de hidróxido de sodio que se mantiene a 245 °C en una caldera conectada con una columna de destilación.

El principal subproducto que se forme es el 2-Octanol pasa con algo de vapor de agua a una columna de condensación, se deja escapar el hidrógeno, y se disuelve en agua la mezcla de reacción, cuyo punto de ebullición se mantiene constante. Al concluir la operación se echa agua al residuo, que contiene la sal sódica de ácido sebácico.

La acidulación de la capa acuosa produce ácido sebácico en forma de precipitado blanco.

El rendimiento es aproximadamente del 40% del aceite de ricino.



Usos: Los ésteres de alcohol polihídricos y ácido sebácicos son importantes en la fabricación de resinas alquídicas cuando se requiere flexibilidad por ejemplo para revestimiento de telas, sirve también como plastificante de otras resinas sintéticas.

El ácido sebácico se puede condensar con una diamina para producir nylon.

Como plastificante de plásticos de celulosa se emplean ciertos ésteres, también se emplean en la fabricación de velas y perfumes.

Acido Subérico: (ácido octanodioico, ácido 1,6-hexanodicarboxílico)

Fórmula : $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$

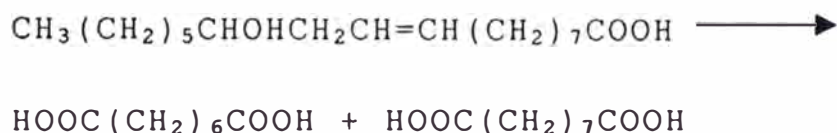
Peso molecular : 147.19 gr./mol

Punto de fusión : 140 °C

Punto de ebullición: 279 °C

Se puede obtener por oxidación del aceite de ricino (que principalmente es ricinoleato de glicerol). Como oxidante se emplea el ácido nítrico de oxidación.

Produce ácido subérico y ácido aze-laico.



Para un buen rendimiento de ácido subérico son temperaturas altas y períodos relativamente largos de oxidación con ácido nítrico diluido.

Los dos ácidos pueden separarse por destilación al vacío de sus ésteres metílicos.

El ácido subérico tiene alguna aplicación en la fabricación de resinas alquídicas. Se polimerizan condensando

con diaminas y produce poliamidas, el producto formado en octametilanodiamina derivada del ácido subérico, se llama nylon 8-8.

Acido Azeláico: (ácido nonanoleico, ácido 1,7 heptano dicarboxílico o lepargilico)

Fórmula $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

Peso molecular 188.22 gr./mol

Punto de fusión 106 °C

Punto de ebullición : mayor de 360 °C

Puede obtenerse también a partir del ácido oleico en ácido nítrico, también se forma por la acción oxidante del aire atmosférico sobre ácido graso no saturado, por ejemplo la semilla rancia del ricino contiene ácido azeláico.

El ácido azeláico se condensa con glicol y se forma un material plástico y se combina con el aceite de ricino y

produce sustancias elásticas parecidas al caucho natural.

Se puede obtener el ácido azeláico con rendimiento del 30-35% a partir del ácido que se obtiene por saponificación del aceite de ricino.

CAPITULO III: ESTUDIO DE MERCADO

3.1 Análisis de Oferta y Demanda de la Materia Prima

3.1.1 Oferta de Semilla de Higuierilla

El aceite de ricino, el que se obtiene de las semillas de la Higuierilla tiene muchas aplicaciones como se ha indicado.

Los suelos, particularmente en la costa, los climas templados se adaptan para desarrollar plantaciones de Higuierilla con fines de cultivo y explotación racional.

Debido a la resistencia a condiciones donde otras plantaciones no se desarrollarían, este arbusto responde con magníficas ventajas para el agricultor, dando de esta manera una de las tantas posibilidades de uso de las tierras sin cultivo, en la costa peruana por ejemplo. Las proyecciones de consumo en el Perú, así como en la Comunidad Andina y a nivel

Mundial se van incrementando y la tendencia así lo manifiesta, las plantas industriales van haciendo pruebas, para introducir en su proceso de fabricación las bondades del aceite de ricino en sus diversas formas.

Aunque un número pequeño de países tienen la mayor parte de la producción mundial (Brasil y la India), la producción de los derivados del ricino y su consumo es mucho mas difundido, es así que los países desarrollados, llámese EE.UU. Francia son potenciales consumidores.

3.1.2 Demanda de Aceite de Ricino

Calculo de la demanda nacional

Producción nacional.- La producción de aceite de ricino no existe en el país. esta planta no tiene planificación y control en su cultivo y tratamiento. No hay datos de producción de semilla de higuierilla en los organismos estatales.

Consumo Interno.- El consumo de aceite de ricino es de 90 100 toneladas anuales (Cámara de Comercio de Lima, Comunidad Andina) en promedio, tanto de aceite crudo, como modificado, la producción de Aceite de Ricino es incipiente, sin existir datos históricos.

3.1.3 Oferta y demanda en la Comunidad Andina de aceite de ricino

En la Comunidad Andina el único país ofertante de Aceite de Ricino es el Ecuador, que entre los años 94 al 98 obtuvo una facturación de 3'250,000 USD, que para el mismo periodo comparado con los demás países de la Comunidad Andina, significa el 99.00%.

Colombia y Perú prácticamente no se hacen presentes en la oferta de Aceite de Ricino.

El país que más importa es Colombia con 3'034,000 USD; que significa el 85.00% entre el periodo 94 - 98, y el que

sigue es Perú con el 15.00% para el mismo periodo, Las importaciones de Aceite de Ricino tienen una tendencia a la alza demostrándose que el consumo se va incrementando, asegurando un mercado en la Comunidad Andina.

Como podemos observar el mercado Colombiano es el mas atractivo para las expectativas del presente proyecto, sin dejar de lado el mercado interno.

El mercado interno tiene un consumo de 90 100 toneladas anuales y esta distribuido de la siguiente forma:

Industria Farmacéutica 70%

Perfumería y Cosmética 20%

Otros 10%

El precio al cual se puede colocar el Aceite de Ricino a estos usuarios es de 2.40 USD/KG. Sin incluir los impuestos de Ley.

El Precio FOB para exportación se considerara en 1400 USD/TON.

Para los Distribuidores e Importadores locales se considerara un precio de 1500 USD/TON y 1400 USD/TON respectivamente.

CUADRO I
IMPORTACION DE ACEITE DE RICINO Y SUS FRACCIONES
INCLUSO REFINADO , PERO SIN MODIFICAR QUIMICAMENTE
COMUNIDAD ANDINA

ZONA ECONOMICA	Valores en miles de dolares					Volumen de toneladas				
	1994	1995	1996	1997	1998	1994	1995	1996	1997	1998
MUNDO	664	808	779	776	967	486	554	576	594	659
COMUNIDAD ANDINA	595	620	655	692	802	457	468	519	551	573
MERCOSUR	36	19	35	10	30	21	11	19	7	18
UNION EUROPEA	9	88	31	37	22	2	54	19	20	6
OTROS	24	81	58	37	113	6	21	19	16	62

CUADRO II
IMPORTACION DE ACEITE DE RICINO Y SUS FRACCIONES
INCLUSO REFINADO , PERO SIN MODIFICAR QUIMICAMENTE
PAISES DE LA COMUNIDAD ANDINA

	Valores en miles de dolares					Volumen de toneladas				
	1994	1995	1996	1997	1998	1994	1995	1996	1997	1998
PERU	133	108	108	57	150	95	77	87	43	104
COLOMBIA	525	548	604	680	677	362	397	444	487	477

NANDINA: 15153000

REFERENCIA: WWW.comunidad.andina.org

**CUADRO III
EXPORTACION DE ACEITE DE RICINO Y SUS FRACCIONES
INCLUSO REFINADO , PERO SIN MODIFICAR QUIMICAMENTE
COMUNIDAD ANDINA**

ZONA ECONOMICA	Valores en miles de dolares					Volumen de toneladas				
	1994	1995	1996	1997	1998	1994	1995	1996	1997	1998
COMUNIDAD ANDINA	575	600	640	683	894	442	438	503	516	638
ECUADOR	574	586	640	682	767	442	434	503	516	548

NANDINA: 15153000

REFERENCIA: WWW.comunidad.andina.org

CAPITULO IV: OBTENCIÓN DEL ACEITE DE RICINO A PARTIR DE LA SEMILLA DE HIGUERILLA A NIVEL DE LABORATORIO

4.1 Introducción

Es un triglicérido que químicamente es una molécula de glicerol que tiene cada uno de sus tres grupos hidroxilo esterificado con ácido graso de cadena larga.

Sin embargo, el aceite de ricino es virtualmente el único en el que su principal ácido graso es el ácido 12 hidroxilado, 9 octadecanoico insaturado, conocido familiarmente como ácido ricinoléico.

El aceite de ricino no es comestible no se emplea para la fabricación de jabón comercial, y es mucho más viscoso que otros aceites. Es líquido bajo una temperatura de -11°C a pesar de su bajo grado de insaturación, pero cuando está completamente hidrogenado tiene un alto punto de fusión de 86 a 88 °C, como resultado de su estructura, el aceite de ricino es particularmente

versátil y la mayoría de los usos específicos del aceite de ricino derivan de la presencia del grupo hidroxilo y la proximidad inmediata de este grupo al enlace doble en la molécula del ácido ricinoléico.

El aceite de ricino, debido a sus grupos hidróxilos polares, es compatible con numerosas resinas, polímeros, ceras naturales y sintéticas.

El aceite de ricino tiene la mayor densidad de todos los aceites. A diferencia de los demás aceites vegetales, es miscible dentro de ciertos límites con disolventes alifáticos del petróleo, su capacidad de arder casi sin dejar residuos le confieren propiedades de lubricantes, tiene un alto peso específico.

El aceite de ricino, que es secante, posee la máxima viscosidad (que cambia solo ligeramente a diferentes temperaturas) de todos los aceites vegetales, el aceite de ricino se diferencia de otros aceites vegetales por su alto índice de acetilo y de

hidroxilo, y de los aceites de similar índice de Iodo por su alto peso específico, alta viscosidad y alta solubilidad en ácido acético glacial a temperatura ambiente, y más baja solubilidad en solventes derivados del petróleo, bencina, aceite mineral, etc.

El elemento que produce todas estas diferencias con los aceites es la importante presencia del ácido ricinoléico con un grupo hidroxilo. Se indica que el ácido ricinoléico constituye el 84 - 88% del total de ácidos grasos, el 6 - 7% es ácido linoléico y la cantidad de oleico de 5 - 7%.

La solubilidad es completa en ácido acético glacial, éter sulfúrico y alcohol absoluto.

El peso específico a 15 °C varía de 0.96 a 0.97.

A 0 °C comienza a enturbiarse, a -12 °C se comienza a congelar y a -18°C se solidifica.

De color transparente ámbar, de color subido amarillo espeso cuando el aceite no es bueno; de sabor dulcino cuando es nuevo, y

añejo si es rancio, tiene propiedades irritantes.

Propiedades

Índice de saponificación 176 - 182

Acidos Libres no mayor de 3.5 ml de 0.1N NaOH

Índice de Iodo 83 - 88

Indice de Hidroxilo 160 - 168

Densidad 0.957 - 0.961

Metales Pesados Menor a 0.001%

Especificación USP XXIII.

4.2 Parte Experimental

La semilla de Higuierilla ingresa a la zaranda para limpiar las pajas y areniscas que representan el 0.5%; la semilla limpia se dirigirá a la prensa hidráulica, de la cual con la presión que se ejerza extraemos el aceite crudo por extrusión en frío; en esta unidad la semilla se acondicionará dentro de una bolsa de lona cuyas dimensiones coincidirán con el cilindro al cual ingresará para ser aprisionado por el émbolo, en la prensa realizamos la extracción de la mayor cantidad de aceite (entre 35% y 38%)

El aceite crudo extraído por presión ingresará a un erlenmeyer para ser tratado con tierra decolorante en las siguientes proporciones: Aceite 100 partes y tierra decolorante 8 partes, se somete a un calentamiento de 80 °C con agitación constante.

El aceite decolorado se filtrará, posteriormente el mismo se llevará a la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para los análisis fisico-químicos y determinar la calidad del Aceite así obtenido.

El Cake obtenido por la extrusión con un 4% a 5% de contenido de aceite irá a la unidad de extracción por solventes, el solvente a usar será el etanol.

El solvente rico en aceite ingresará a una unidad de destilación para recuperar el alcohol y así obtener el aceite que es de grado técnico.

4.2.1 Equipo, materiales y reactivos

4.2.1.1 Equipos

- Espectrómetro UV/VIS Perkin Elmer 574
- Estufa
- Balanza analítica

4.2.1.2 Materiales

- Estufa eléctrica
- Rejilla de asbesto
- Extractores Soxhlet
- Balones de 500 ml. con 3 bocas.
- Refrigerantes
- Vasos de precipitación
- Tubos de ensayo
- Papel de filtro
- Embudos.

4.2.1.3 Reactivos

- Alcohol etílico
- Tierra decolorante: Natril, Engelhard

4.2.2 Ensayos para la identificación del aceite de Ricino

Para la identificación del Aceite de Ricino USP. Se utilizara la Norma USP XXII - XXIII.

Indice de Yodo, Ver el Anexo 3

Indice de Acidez, Ver el Anexo 3

Indice de Saponificación, Ver el Anexo 3

Indice de refracción, ver el Anexo 3

4.2.3 Relación de las etapas involucradas en el proceso experimental de obtención del aceite de ricino.

4.2.3.1 Limpieza de semilla

La semilla deberá estar limpia para iniciar el proceso experimental.

4.2.3.2 Prensado en frío

Se realiza en una Prensa Hidráulica de 100 Tm.

Se trabaja á 100 Kg/cm², por que es la presión límite en el cual los empaques de yute con semillas no sufre reventamiento.

Obtención del Aceite de Ricino crudo y Cake.

CUADRO IV

PRESIÓN kg/cm ²	PESO SEMILLA (gr)	PESO CAKE (gr)	RENDIMIENTO (%)
100	200.00	125.00	37.50
100	200.00	124.00	38.00
100	200.00	120.50	39.75
100	200.00	119.00	40.50
100	200.00	131.00	34.50

X	200.00	123.90	38.05

4.2.3.3 Decoloración

Se tomó 100 g. de Aceite de Ricino crudo, se añadió 5 g. de agua y se sometió a un calentamiento de 60 °C con agitación durante 2 minutos, seguidamente se agregó 8 g. de tierra decolorante Engelhard, con

agitación se lleva a 80 °C manteniendo esta constante durante el tiempo de reacción.

La mayor parte de los técnicos, añaden al tanque de decoloración la tierra activada un poco antes de que se alcance la temperatura tope de decoloración (75-80 °C).

Frecuentemente se mezcla la tierra con parte de aceite, hasta formar un barro concentrado, en un tanque pequeño colocado aparte.

Después que se a terminado el calentamiento se continua con la agitación durante 15 á 20 minutos, y se empieza a vaciar el tanque, bombeando el aceite a través del filtro prensa. Las primeras porciones de aceite que atraviesan el filtro retornan al tanque para su clarificación, y también para aglutinar las tierras en las cámaras del filtro y conseguir un máximo "efecto de decoloración por prensado". Cuando se

obtenga el aceite recirculado con color mínimo se desvía éste a los recipientes o tanques de almacenamiento de aceite decolorado.

Un método satisfactorio para describir el color deberá reunir las siguientes propiedades:

a). El método debe ser objetivo e independiente de la variabilidad organoléptica de las personas.

b). Debe ser reproducible entre laborantes y entre laboratorios.

c). Debe suministrar un índice razonable de variaciones significativas en la composición del color.

Hasta el presente momento ningún método cumple estas especificaciones.

La mayor parte de los métodos existentes se basan en la comparación de la muestra con un tipo arbitrario ó con una serie de tipos de matices e intensidades variables, tales métodos

permiten la asignación de valores numéricos que tienen un significado relativo, pero no proporciona una adecuada descripción del color.

El control básico del color es el de comparación con el aceite comercial.

Citamos que los colores de los aceites, se clasifican ordinariamente según el procedimiento Lovibond.

4.2.3.4 Filtración

La mezcla Aceite-Tierra se filtra usando Papel Filtro Whatman 42 en un ambiente cuya temperatura se encuentra a 60 °C.

De 100 g. de aceite crudo que serán sometidos a la decoloración, después de filtrado obtendremos de 94% a 95% de Aceite de Ricino USP.

CUADRO V

ACEITE RICINO CRUDO (g)	TIERRA DECOLORANTE ENGELHARD (g)	ACEITE RICINO USP (g)
100.00	15.00	94.00
100.00	15.00	96.00
100.00	15.00	94.50
100.00	15.00	95.00
100.00	15.00	94.20
\bar{x}		94.74

4.2.3.5 Espectro de identificación del aceite de ricino

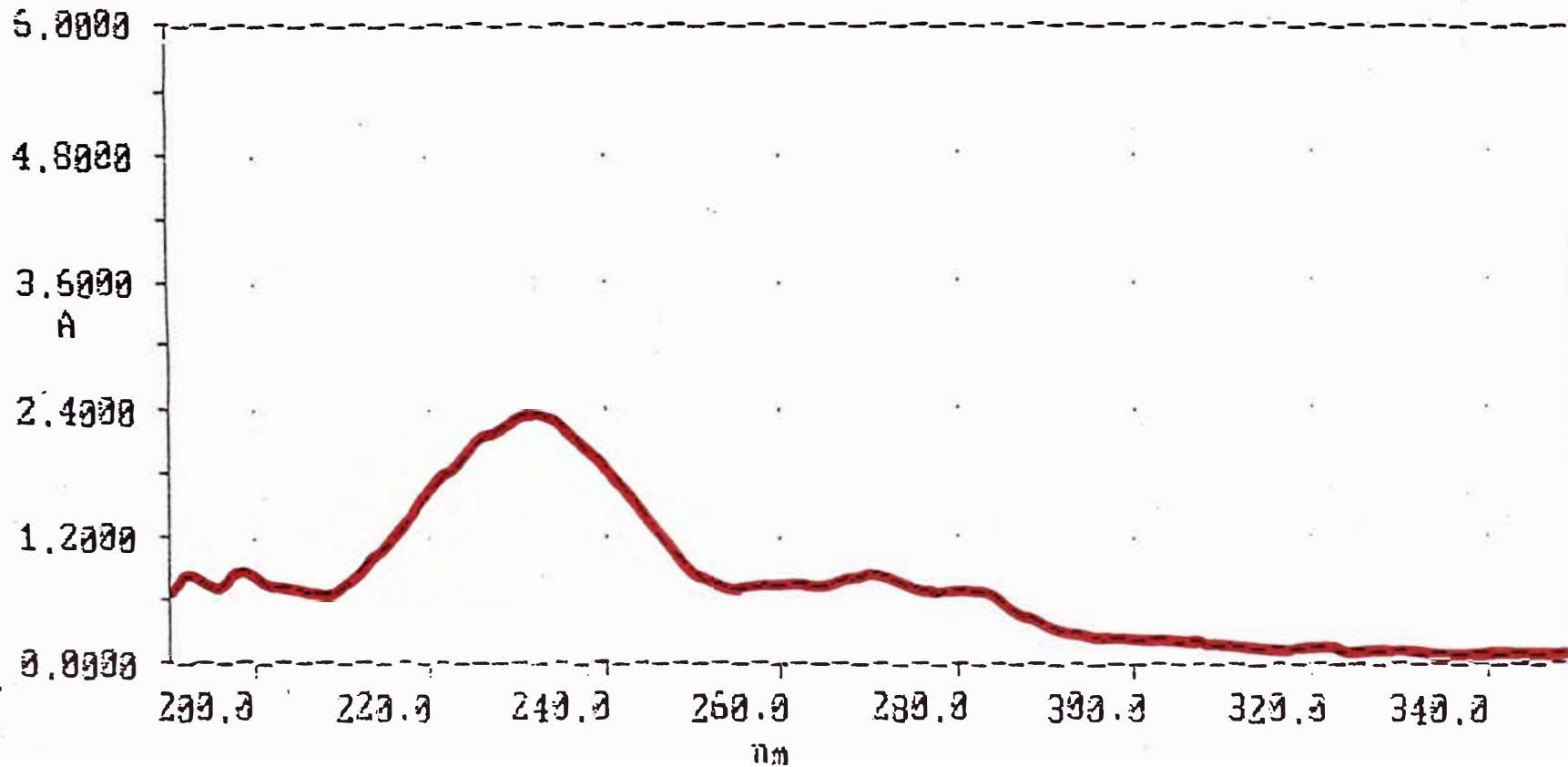
Para hacer la comparación se hace uso del Aceite de Ricino Ecuatoriano y el Aceite obtenido en el Laboratorio de Chemie S.A. (Aceite Tesis).

Procedimiento: Se toma 1 ml. de aceite en una fiola y se lleva a 100 ml. volumen final con Vaselina Líquida blanca USP, se agita vigorosamente la fiola para obtener una mezcla homogénea, y una muestra de ésta se lleva al espectrómetro, el cual graficará resultados.

4.2.3.6 Espectro de aceite de ricino Ecuatoriano y aceite de ricino obtenido en el laboratorio

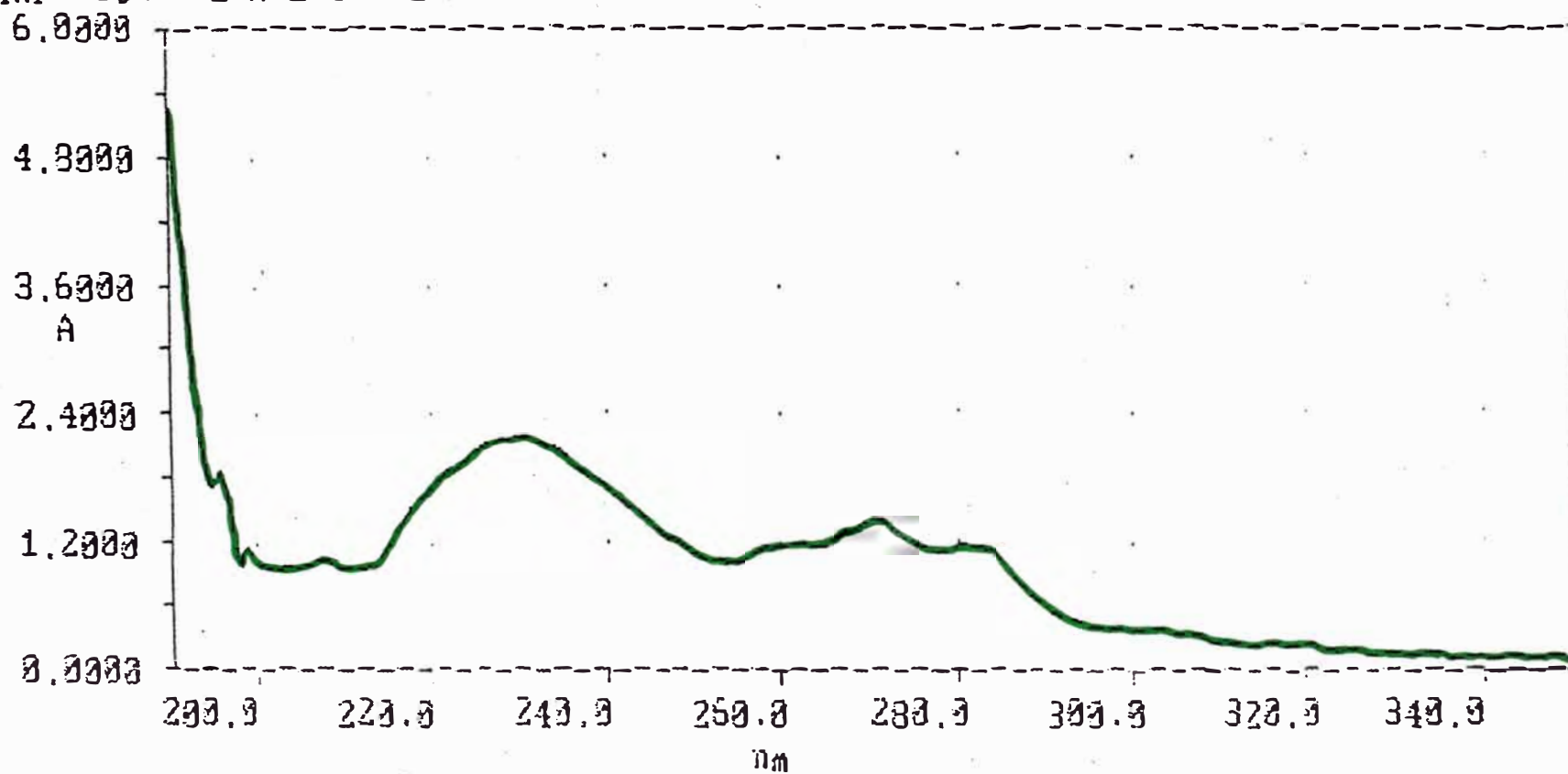
ESPECTRO 1

X: USER011; 350.0 - 190.0 nm; pts 801; int 0.20; ord 0.0972 - 2.3925 A
Inf: SCAN DE ACEITE DE RICINO (TESIS) EN VASELINA LIQUIDA USP 1/133



ESPECTRO 2

X: USER009; 350.0 - 190.0 nm; pts 801; int 0.20; ord 0.1259 - 5.6286 A
Inf: SCAN DE ACEITE DE RICINO ECUATORIANO EN VASELINA LIQUIDA U.S.P. 1/100



4.2.3.7 Identificación del solvente

El Cake obtenido por extrusión con un 4% a 5% de contenido de aceite irá a la Unidad de Extracción por Solventes, como solvente usaremos el alcohol etílico industrial.

Para identificar el solvente se hace uso de 1 ml. de Aceite de Ricino con 10 ml. de solvente.

SOLVENTE	SOLUBILIDAD
Alcohol Etílico	Soluble
Acido Acético	Soluble
Isopropanol	Soluble
Xilol	Soluble
Acetato de Cellosolvent	Soluble
n-Propilacetato	Soluble
Hexano	No es Soluble

Elegimos el Alcohol Etílico porque ecológicamente consideramos el más apropiado, es moderadamente inflamable al comparar con otros solventes como el Xilol, Acetato de Cellosolvent o el n-Propilacetato.

No elegimos el Acido Acético glacial porque sus vapores son excesivamente irritantes.

4.2.3.8 Tratamiento del cake

Extracción por solventes y destilación.

***Materiales**

Cake 50 g.
Alcohol etílico 400 cc.

Equipo

1 Balanza
1 SOXHLET con un balón de 3 bocas de 500 ml.
1 Termómetro
1 Cocinilla eléctrica
1 Vaso de 500 ml.
1 Erlenmeyer de 500 ml.
1 Probeta de 500 ml.
1 Bagueta
1 Gradilla para tubos de ensayo
1 Tubo de ensayo de 20 ml.
2 Embudos
1 Rejilla de Asbesto
2 Pipetas
1 Equipo de destilación simple
Papel Filtro Whatman 42

Procedimiento:

Tomamos los 50 g. de Cake y los llevamos a la bolsa de tocuyo, medimos 400 cc. de alcohol etílico y lo llenamos en el balón de 3 bocas; sometemos a un calentamiento directo 80 °C, se observa que cada ciclo dura 20 minutos. Al término de la 7ma. vuelta damos por terminada la extracción, el alcohol rico en aceite lo llevamos a la unidad de destilación para recuperar el alcohol y así obtener el Aceite de Ricino de grado técnico.

4.2.3.9 Peso del aceite de ricino técnico en la extracción por solvente.

Para la obtención final del Aceite de Ricino Técnico, destilamos hasta un volumen entre 8 y 10 ml. del extracto tal que la materia orgánica no se carbonice. En el proceso de recuperación del solvente observamos que conforme se va concentrando la solución aceitosa, de un color amarillo típico de

un aceite comestible, se torna a un color naranja oscuro lo que indicaría el punto final de la recuperación del solvente; de seguir calentando, la materia orgánica se carbonizaría degradando el aceite.

Materiales:

7.61 g. de mezcla aceitosa.

Equipo:

1 Estufa

2 Lunas de reloj

1 Balanza

1 Pera de decantación

Procedimiento:

Los 7.61 gramos de mezcla aceitosa se colocan en una luna de reloj previamente tarada para evaporar el alcohol y volátiles presentes, se realiza en la estufa a una temperatura de 80 °C, en diferentes tiempos pesamos hasta que éste permanezca constante, entonces podemos decir que no hay alcohol ni volátiles; en la luna se encuentra el

aceite de ricino técnico y materia orgánica en solución alcohólica, en la pera de decantación se separa en 2 fases, nos quedamos con el aceite de ricino técnico, pesamos obteniendo 2.96 g.

4.3 Discusión de resultados

Del cuadro IV (Pag 80) podemos apreciar que para muestras de 200 gramos y una presión de 100 Kg/cm² obtenemos un rendimiento del 38% en peso. El porcentaje de humedad del aceite crudo es de 0.3%.

Del cuadro de propiedades de laboratorio cuadro VII (Pag. 99) se observa que los valores del índice de acidez, refracción, valor de saponificación, gravedad específica e índice de iodo son aproximados lo que nos lleva a determinar que el aceite obtenido es de calidad USP.

Del Espectro N° 2 de aceite de ricino ecuatoriano observamos que para una longitud de onda 230-240 nm le corresponde una absorbancia de 2.300.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL TRABAJO EN LABORATORIO

BASE: PARA 100 GR. DE HIGUERILLA

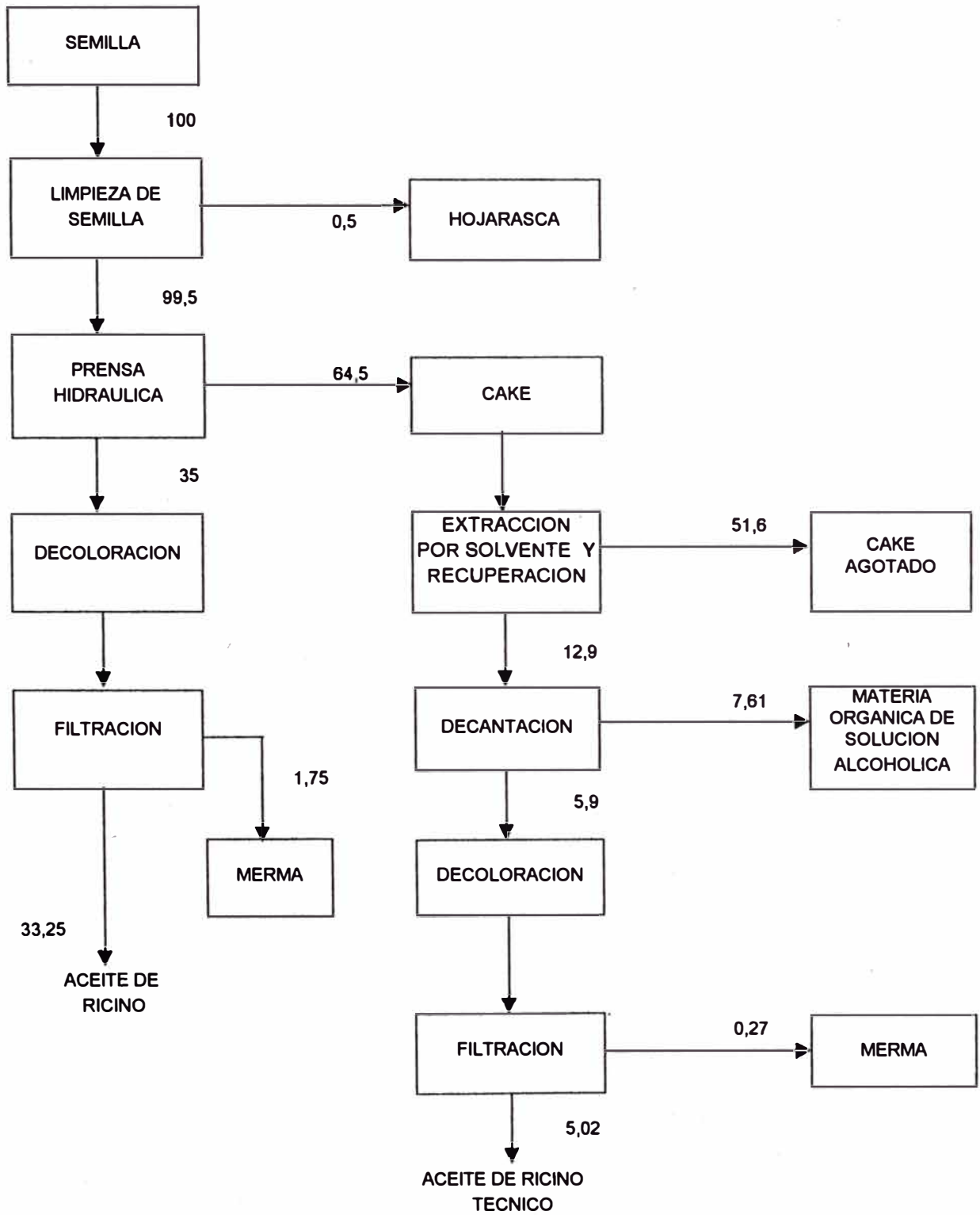
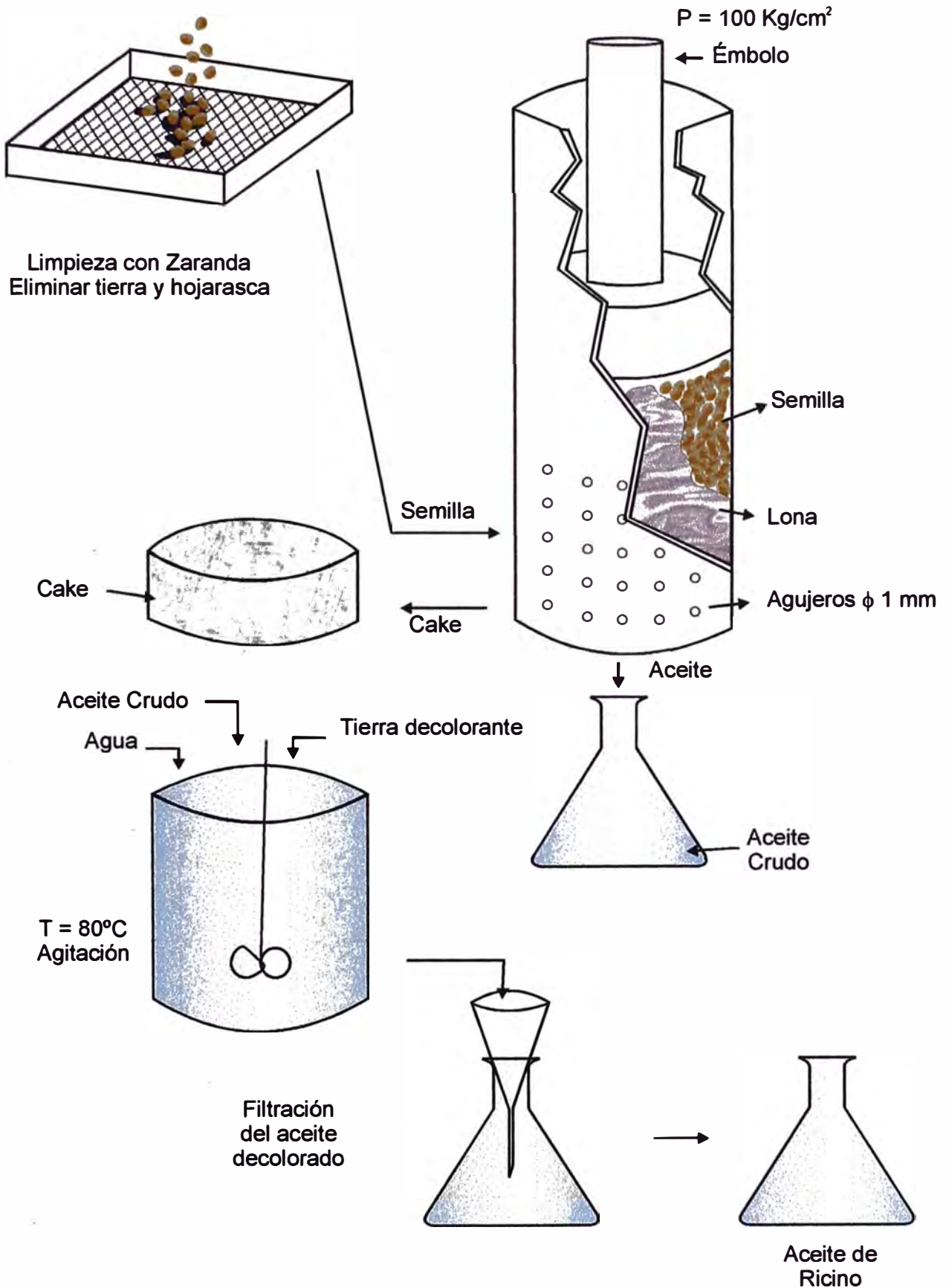
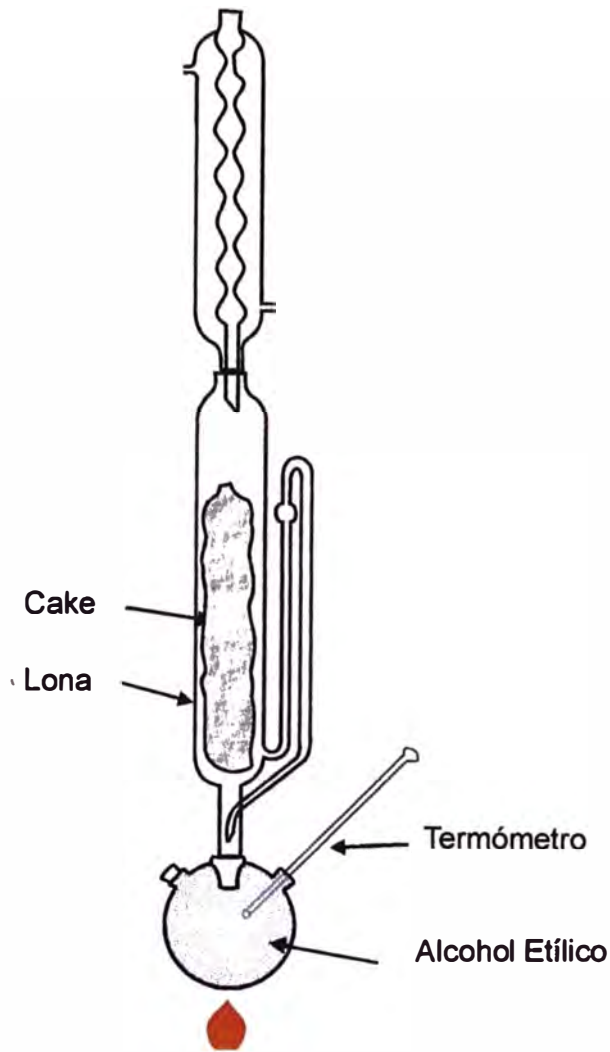


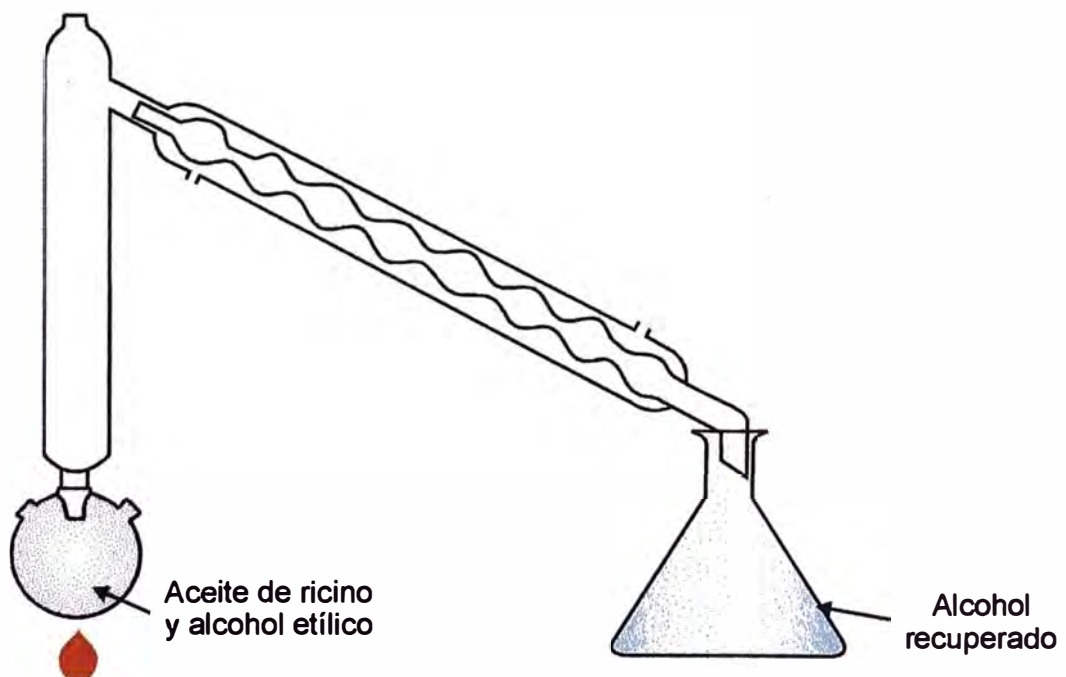
DIAGRAMA DEL TRABAJO EN LABORATORIO



Extracción por
solvente del
aceite de ricino
en el cake
con un Soxhlet



Recuperación
del solvente



Del Espectro N° 4 de aceite de ricino prensado en frío observamos que la muestra presenta un pico no muy definido entre 200 nm y 225 nm, esta desviación de la curva nos llevó a tratar el aceite con tierra decolorante que llevado nuevamente al espectrofotómetro y comparando las curvas entre el aceite de ricino ecuatoriano Espectro N° 2 y el aceite de ricino en estudio Espectro N° 1 tiene la misma tendencia que la curva de aceite de ricino ecuatoriano, hecho que verifica que la calidad del aceite obtenido es de grado USP.

Del Cuadro tratamiento del cake de la higuierilla, observamos que para un mismo número de ciclos obtenemos aproximadamente un mismo porcentaje de aceite que es del 5% del peso del cake tratado.

4.4 Conclusiones

El aceite obtenido a partir de la semilla de higuierilla es aceite de ricino de grado USP.

El aceite obtenido por prensado en frío se deberá blanquear usando tierra decolorante para retirar las materias carbonizables.

El cake que resulta del proceso de prensado se podrá recuperar hasta un 5% de aceite, sin que esto signifique que esta operación posterior pueda ser rentable para el proyecto, pero las instalaciones diseñadas tendrán el propósito de procesar otros granos oleaginosos.

Del resultado de la extracción por solvente podemos observar que para un peso de 50 gramos de cake el número de ciclos hasta agotar el aceite es 7, y el tiempo de cada ciclo es de 20 minutos, para un volumen de alcohol de 150 ml.



PROTOCOLO DE ANALISIS No. 139 – CPF – 99

ORDEN DE ANALISIS : 097 - CPF - 99
SOLICITADO POR : CESAR VARGAS PORTALES Y
 FLAVIO ALVARADO MALDONADO
DIRECCIÓN : Jr. Caucho N° 108 – San Martín de Porras
TIPO DE ANALISIS : FISICO QUIMICO
MUESTRA : ACEITE DE RICINO
CANTIDAD : 01 frasco
LOTE N° : -----
FECHA DE EXPIRACIÓN : -----
FECHA DE RECEPCIÓN : 21 – MAYO – 99

PRUEBAS	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS
ASPECTO	Líquido homogéneo, ligeramente viscoso, libre de impurezas visibles.	Cumple
COLOR	Amarillo pálido	Cumple
OLOR	Característico	Cumple
DENSIDAD	0.957 – 0.961	0.959
ACIDOS LIBRES	No mayor de 3.5 mL 0.1 N NaOH	2.6 mL
INDICE DE HIDROXILO	160 – 168	164.09
INDICE DE IODO	83 – 88	83.20
INDICE DE SAPONIFICACION	176 – 182	181.83
METALES PESADOS	Menor a 0.001 %	Cumple


UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENTRO DE PRODUCCIÓN
CENPRO FARMA



Pag. 2 de 2

CONCLUSION: Cumple con las especificaciones de la USP XXIII.

Lima, 01 de Junio de 1999.


.....
Q.F. Carlos Gutiérrez Vasquez
Analista Responsable




.....
Dr. Leonidas Urzueta Romero
Director del CENPRO FARMA

**CUADRO VI TRATAMIENTO DEL CAKE DE LA HIGUERILLA
EXTRACCION POR SOLVENTE Y RECUPERACION**

N° Prueba	Peso Cake (gr)	Peso cake Agotado (gr)	Vol. Alcohol (c.c.)	N° Ciclos	Vol. Solvente Alcohol + Aceite (c.c.)	Tiempo Extracción por ciclo prom. (min)	Vol. (cc) Solvente Recuperado	P.Aceite+Gomas Albuminas + Alcohol (gr)	Peso Aceite (gr)	% Aceite	%Alcohol Recuperado
1	53,72	49,21	400	6	372	20	342	5,82	2,21	4,1	85,50
2	52,03	46,94	400	7	361	19	329	6,96	2,64	5,2	82,25
3	50,08	43,52	400	7	369	20	338	8,30	3,07	6,1	84,50
4	59,50	53,01	400	7	371	20	340	7,61	2,96	4,9	85,00
5	53,21	48,07	400	7	362	20	331	6,53	2,61	4,9	82,75
6	51,24	46,14	400	9	359	20	327	6,90	2,76	5,3	81,75
7	54,31	48,71	400	12	354	20	323	7,01	2,63	4,8	80,75

FUENTE : Pruebas experimentales realizadas en CHEMIE S.A.

ELABORADO : Flavio Alvarado M. - César Vargas P.

TABLA VII

PROPIEDADES DEL ACEITE DE RICINO

PROPIEDADES	ASTM * STANDARD	ANALISIS** DEL ACEITE DE RICINO EN LABORAT.
Indice acidez	2.0	0.89
Claridad	claro	claro
Indice Hidroxilo	160 a 168	165
Indice Refracción	1.4764 a 1.4778	1.4771 25°C
Indice Saponificación	176 a 184	178
Solubilidad en alcohol	completa	completa
Gravedad Específica	0.957 a 0.961	0.959 25 °C
Indice de Iodo	83 a 88	85
Viscosidad.	6.3 a 8.9	5.22

• Fuente: ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS. PART 29

** REALIZADO EN LABORATORIO DE CIPPSA.

CAPITULO V: DISEÑO DE EQUIPOS A NIVEL INDUSTRIAL

5.1 Descripción del proceso

5.1.1. Tamaño de Planta.

El Diseño de Planta se realiza considerando una producción de 160 Kg/ Hr. de aceite de ricino, para una jornada de 8 hrs./día. y 300 días operativos al año, haciendo una producción de 381 TM anuales.

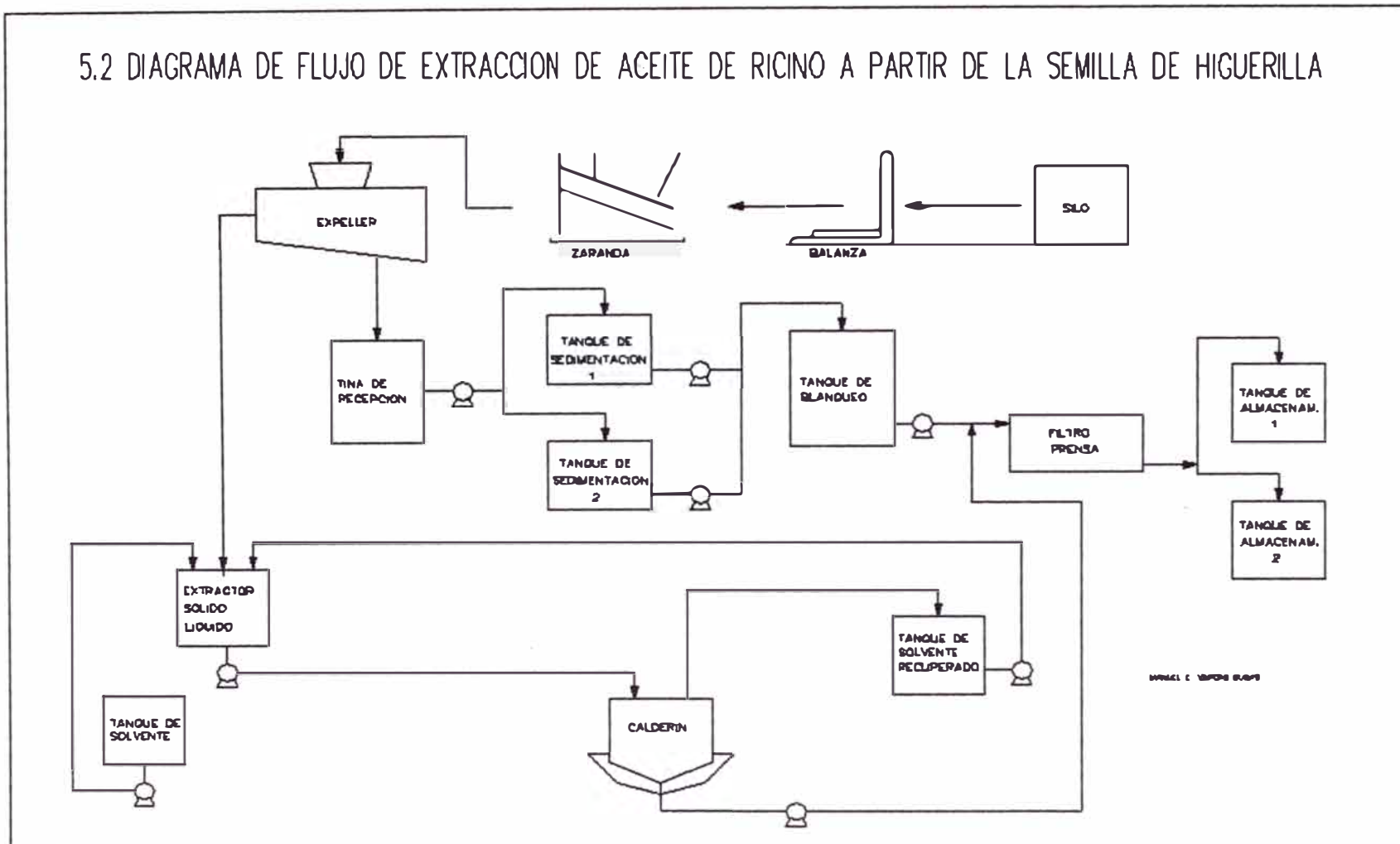
El área donde se construirá la planta es de 500 m², y será distribuida en zona de servicios industriales de planta(vapor, agua, aire), zona de manufactura (tanques y equipos de proceso) y zona de anexos (mantenimiento, control de calidad, administración) y almacenes de productos terminados.

Es posible trabajar con 2 turnos al día.

Técnicamente podríamos usar la planta para procesar semillas y frutas, en la extracción de sus aceites.

Se bajarían los costos unitarios de producción si optimizamos la capacidad.

5.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE EXTRACCION DE ACEITE DE RICINO A PARTIR DE LA SEMILLA DE HIGUERILLA



instalada procesando Materias Primas afines al proyecto; mejorando financieramente.

5.3 Descripción de las maquinarias y equipos de producción

La maquinaria y equipo requerido para el proceso productivo es el siguiente:

- 1.- Un depósito para 240 Tn. de semilla.
- 2.- Una zaranda.
- 3.- Un expeller.
- 4.- Seis tanques.
- 5.- Un filtro prensa.
- 6.- Un caldero y tanque de almacenamiento de combustible.
- 7.- Equipo de tratamiento de agua: ablandador y sistema de distribución.
- 8.- 2 Tanques de almacenamiento.
- 9.- Tanque de agua fresca con equipo de bombeo.
- 10.- Una balanza. Capacidad hasta 1000 Kg.
- 11.- Ocho bombas.
- 12.- Equipo de accesorios y mantenimiento.
- 13.- Equipo de laboratorio. (densímetro, viscosímetro, colorímetro, etc.)

14.- Una compresora.

15.- Una unidad de Extracción por Solventes.

5.3.1 Planta de Aceite de Ricino

5.3.1.1 Sección-Almacenamiento y recepción de Materia Prima.

Se recepciona la semilla de los acopiadores , teniendo en consideración los límites tolerados siguientes:

- a) 0.5% de impurezas ó basura .
- b) 2% semilla quebrada .
- c) 3% de humedad en la semilla.

Almacenamos en un silo cuya capacidad de almacenamiento sea de 250 Ton donde las semillas no estén expuestas al sol ni a las lluvias.

Las semillas son llenadas en sacos de yute ó polipropileno de capacidad de 25 Kg para su mejor manipuleo, para controlar el flujo de entrada de materia prima al proceso de producción.

Las semillas pesadas son enviadas a la zaranda vibratoria.

5.3.1.2 Sección-Limpieza

Para eliminar la hojarasca, la basura, necesitaremos un tamiz vibratorio con dos zarandas una bajo la otra, la primera con una malla #50 y la inferior con una malla #65, con movimientos de vaivén proporcionado por un eje excéntrico el que está acoplado a un motoreductor de 0.5 Hp, las semillas quedarán en la zaranda, eliminándose las materias ajenas a la semilla, la capacidad de procesamiento deberá ser de 5 Ton/Dia.

5.3.1.3 Sección-Prensado

El proceso requiere de una prensa continua: un expeller con capacidad de procesar 6 Ton/Dia.

El Expeller es un equipo mecánico el cual es usado para hacer presión en forma continua al paso de la Materia Prima, la máquina trabajará en frío, debe caracterizarse por su estructura simple, pequeño en tamaño, uso durable, y de operación fácil y segura.

Equipado con un tornillo sin fin el cual es el rotor, un estator y barra de prensa; el eje gira dentro de una bocina (estator), cubierta con aletas de material sumamente resistente a la abrasión.

El eje es de diámetro variable, la sección de alta presión es de acero especial y el de baja presión de una aleación especial.

El fondo de la cuneta tiene una plancha metálica con perforaciones destinadas a retener las partículas sólidas.

La semilla ingresa por el lado del acople y el cake es removido por el lado de la volante de ajuste, el aceite sale por la parte inferior del expeller.

El aceite salido de los expellers es llevado hacia tanques de decantación.

El cake obtenido del Expeller es almacenada para posteriormente recuperar el aceite remanente, por un tratamiento con solvente; alcohol etílico.

5.3.1.4 Sección-Sedimentación, Blanqueo y

Filtración

De la tina de recepción enviamos a un tanque de decantación de 1500 lt. ayudados por una bomba en este tanque de decantación el aceite reposará para que sedimente la presencia de cáscaras, trazas de almendras etc.

El aceite crudo ingresará al tanque de blanqueo de 1500 lt. el cual dispondrá de calentamiento y agitación en el que será tratado con tierra decolorante a una temperatura de 80°C y durante 30 minutos..

Del tanque de blanqueo el aceite debe enviarse a un filtro prensa para hacerle una última limpieza por filtración, en este filtro se retendrá los finos, los carbonizables y la tierra decolorante, registrándose en esta parte del proceso un aceite clarificado, listo para su disposición.

El Filtro Prensa a usar es el de marco con lona como medio filtrante.

5.3.1.5 Sección-Servicios Industriales

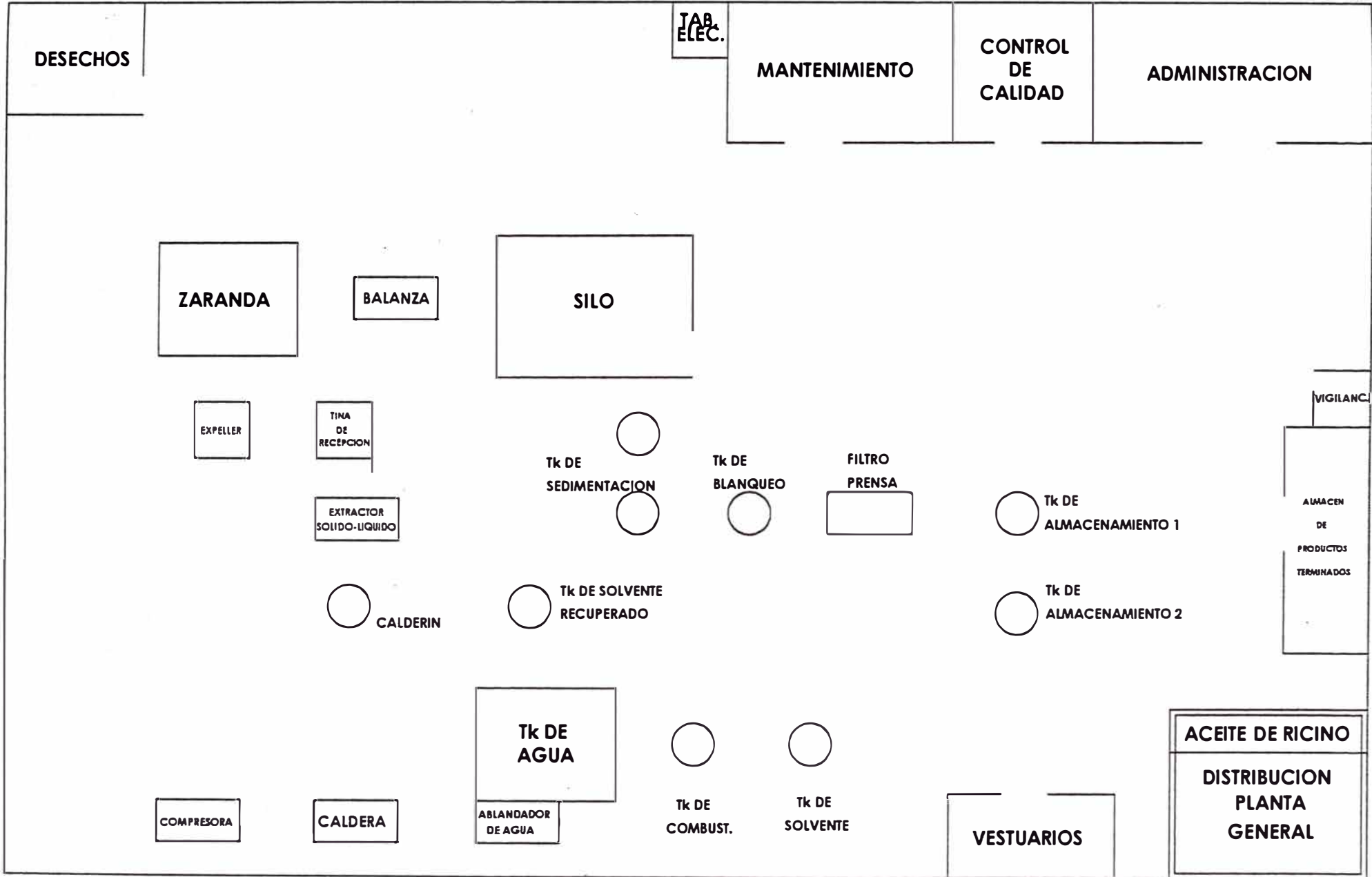
Diagrama de distribución de Planta.

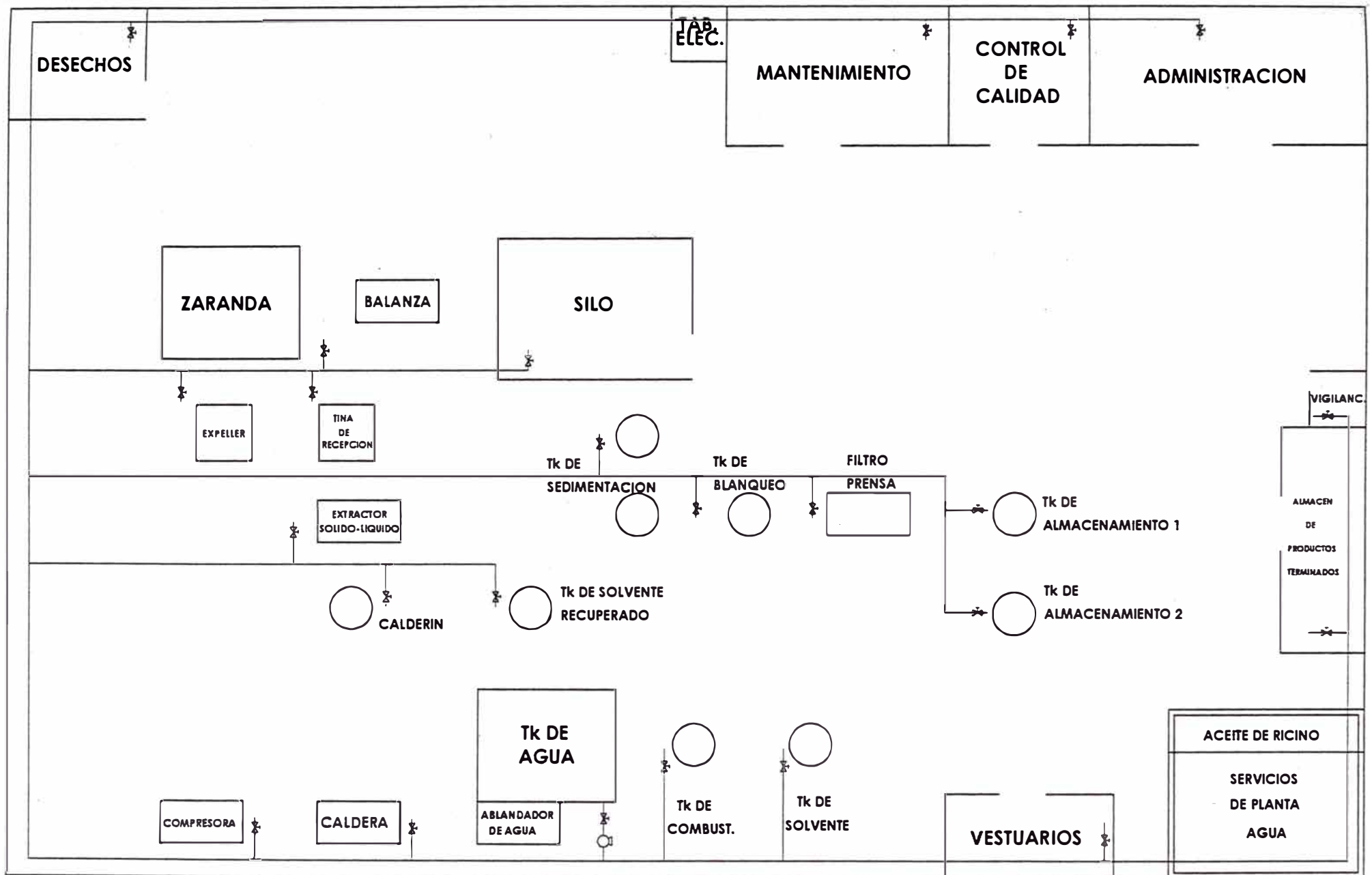
Diagrama de servicios de Agua.

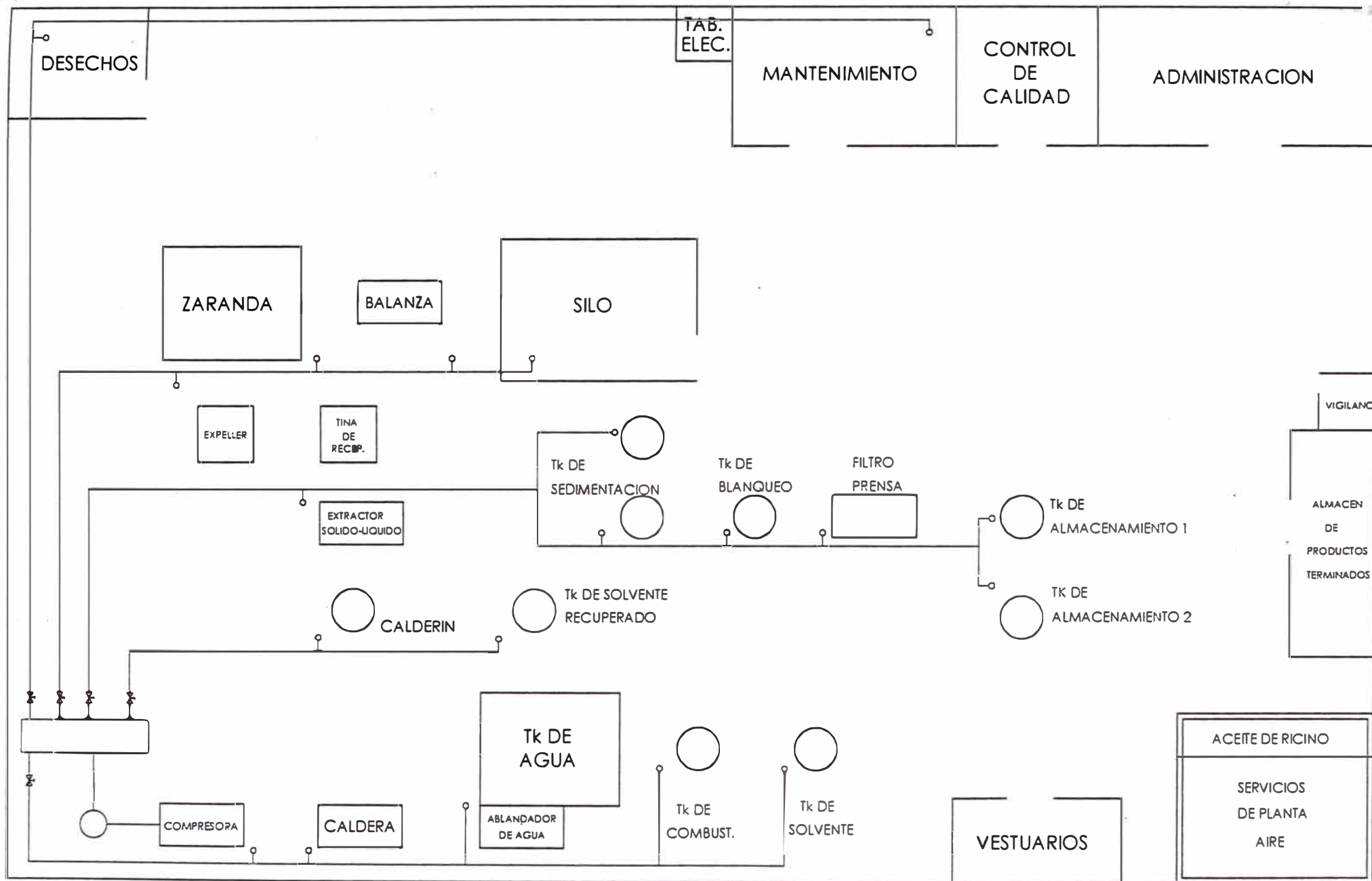
Diagrama de servicios de Aire.

Diagrama de servicios de Vapor.

Diagrama de Desagüe.







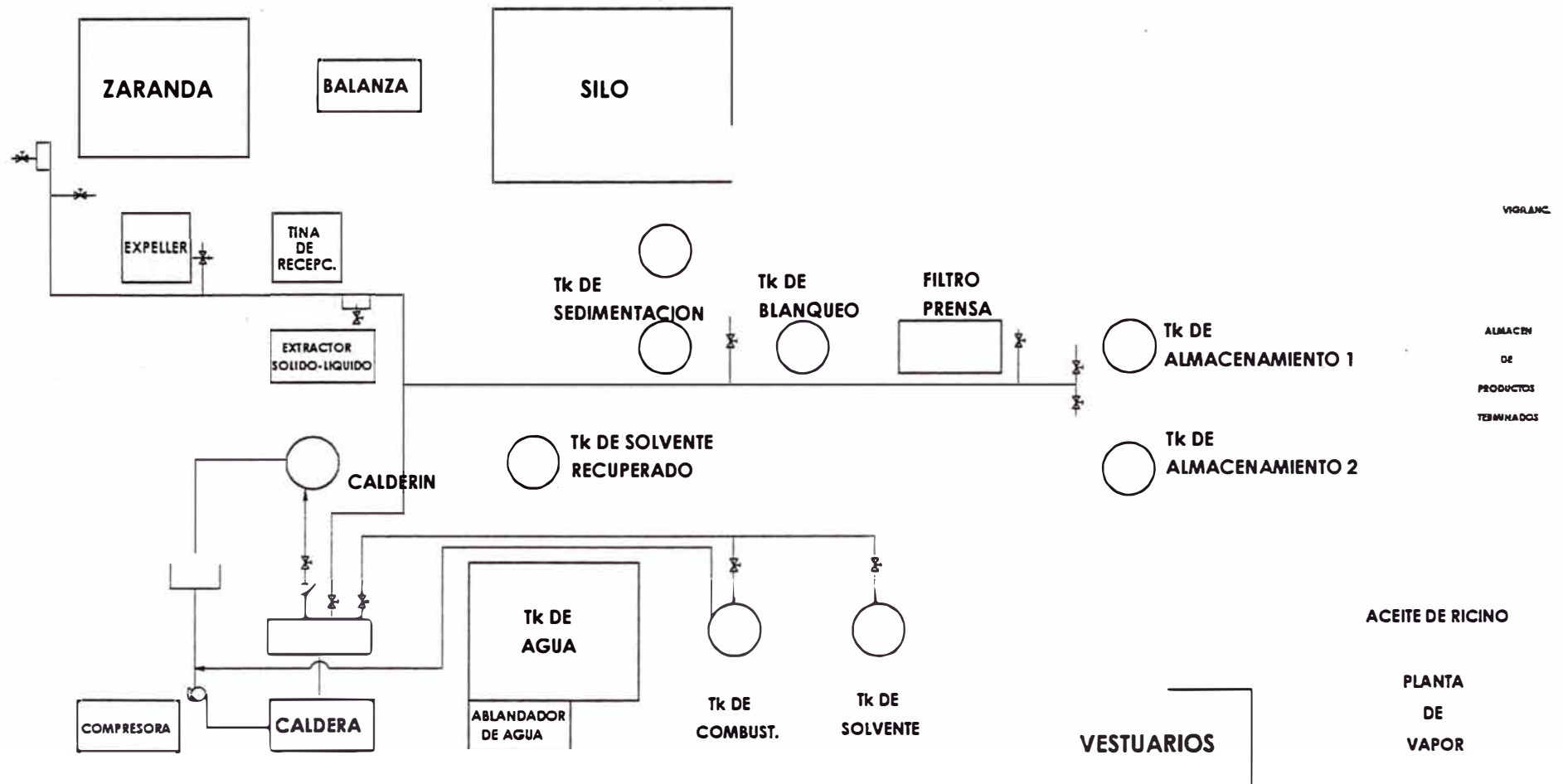
DESECHOS

TAB.
ELECT.

MANTENIMIENTO

CONTROL
DE
CALIDAD

ADMINISTRACION



DESECHOS

TAB.
ELEC.

MANTENIMIENTO

CONTROL
DE
CALIDAD

ADMINISTRACION



VESTUARIOS

VIGILANC.

ALMACEN
DE
PRODUCTOS
TERMINADOS

ACEITE DE RICINO

SERVICIOS
DE PLANTA
DESAGUE

BALANCE DE MATERIA

Hectáreas cultivadas	160 Ha.
Rendimiento	7 Tons. semilla./año.Ha.
Jornada	8 hr/día.
Días Operativos al Año	300 D.O./Año.
Tons/Año	1119 Tons. semilla/Año.
Tons/día	3.73 Tons. semilla/día.
Kg/hr	466.25 Kg/hr.

ZARANDA:

Se recibirá hasta con un 0.5% de hojarasca y basura.

Entrada	466.25 Kg/hr
Hojarasca y Basura	2.33 Kg/hr
Salida	463.92 Kg/hr

EXPELLER:

Existe 65% de cake promedio.

Entrada	463.92 Kg/hr
Cake	301.54 Kg/hr
Salida	
Ac. crudo	162.37 Kg/hr

TINA DE RECEPCIÓN:

Para recepcionar aceite crudo.

Entrada: 162.37 Kg/hr

Salida : 162.37 Kg/hr

TK. DE DECANTACIÓN:

Permanecerá el aceite para sedimentar los sólidos gruesos 1%

Entrada : 162.37 Kg/hr

Sólidos

Gruesos : 1.62 Kg/hr

Salida : 160.74 Kg/hr

TANQUE DE BLANQUEO:

Entrada : 160.74 Kg/hr

Entrada

Blanqueador: 1.60 Kg/hr

Salida : 162.34 Kg/hr

FILTRO PRENSA:

Para eliminar sólidos muy finos, aproximadamente 1% y tierra decolorante 1%.

Entrada : 162.34 Kg/hr

Sólidos

finos : 3.24 Kg/hr

Salida : 159.09 Kg/hr

TK. RECEPCIÓN ACEITE CRUDO FINAL:

Entrada : 159.09 Kg/hr

BALANCE DE ENERGIA

Balance : Tina de Recepción y Tk de Decantación

En la forma general:

Se calculará la altura de la bomba que se usará, para bombear el aceite del tanque de recepción al tanque de decantación.

$$H_B = Z_2 - Z_1 + 0.0827 \left(\frac{Q^2}{D^4} \right) \left(N^{\circ} acc * K + 1 + 0.018 * \frac{L}{D} \right)$$

$$Q = 162.37 \text{ Kg/hr} \quad z_1 = 1 \text{ m}$$

$$P = 965 \text{ Kg/m}^3 \quad z_2 = 3 \text{ m}$$

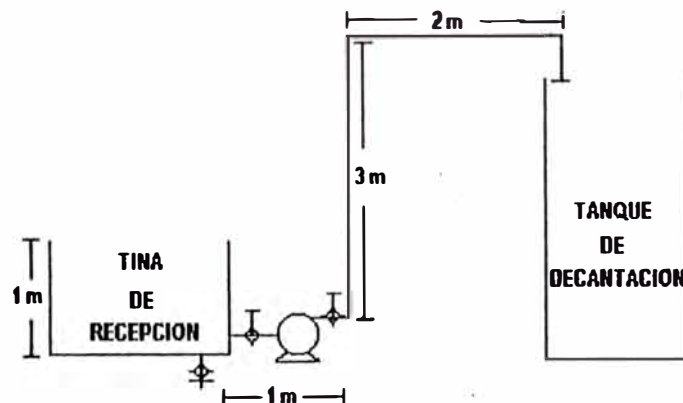
$$D = 1''$$

$$K = 24$$

$$N^{\circ} acc = 3$$

$$L = 6 \text{ m}$$

$$H_B = 2.03 \text{ m}$$



Balance : Tk de Decantación y Tk de Blanqueo

Se calculará la altura de la bomba que se usará para bombear aceite del tanque de decantación al tanque de blanqueo.

En la forma general:

$$H_B = Z_2 - Z_1 + 0.0827 \left(\frac{Q^2}{D^4} \right) \left(N^{\circ} acc * K + 1 + 0.018 * \frac{L}{D} \right)$$

$$Q = 160.74 \text{ Kg/hr}$$

$$z_1 = 1 \text{ m}$$

$$P = 965 \text{ Kg/m}^3$$

$$z_2 = 3 \text{ m}$$

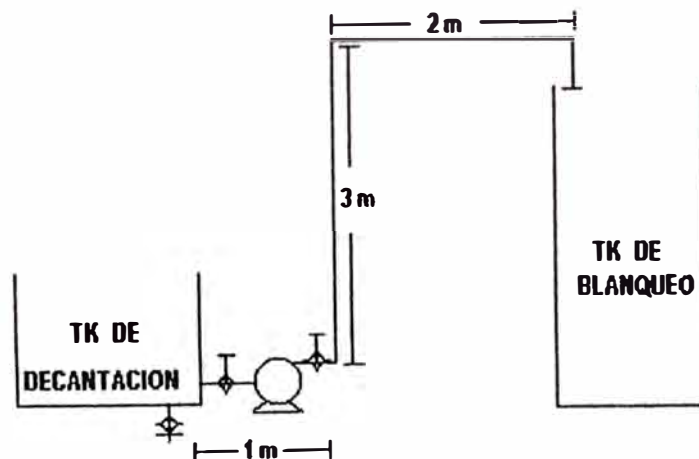
$$D = 1''$$

$$K = 24$$

$$N^{\circ} acc = 3$$

$$L = 6 \text{ m}$$

$$H_B = 2.05 \text{ m}$$



Balance : Tk de Blanqueo y Filtro Prensa .

Se calculará la altura de la bomba que se usará para bombear aceite del tanque de blanqueo al filtro prensa.

En la forma general:

$$H_B = Z_2 - Z_1 + 0.0827 \left(\frac{Q^2}{D^5} \right) \left(N^{\circ} acc * K + 1 + 0.018 * \frac{L}{D} \right) + \Delta P$$

$$Q = 162.34 \text{ Kg/hr}$$

$$z_1 = 1 \text{ m}$$

$$p = 965 \text{ Kg/m}^3$$

$$z_2 = 3 \text{ m}$$

$$D = 1''$$

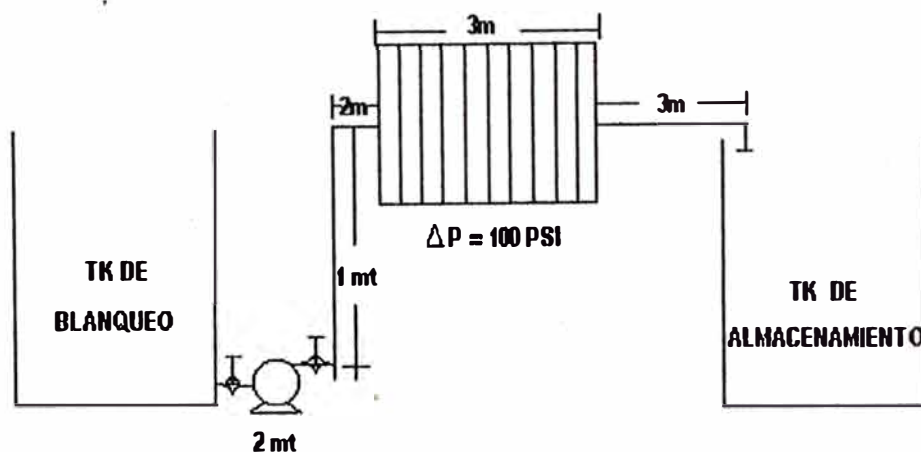
$$P = 100 \text{ psi.}$$

$$K = 24$$

$$N^{\circ} acc = 3$$

$$L = 11 \text{ m}$$

$$H_B = 70.30 \text{ m}$$



**DISEÑO DEL TANQUE CON SERPENTIN Y AGITADOR,
PARA EXTRAER EL ACEITE CONTENIDO EN EL CAKE,
POR SOLVENTE**

JORNADA DE TRABAJO : 8 horas al día

Se tiene cake : 301.54 Kg/hr.

En 8 horas : $301.54 \times 8 = 2412.32$ Kg/D.O.

La cantidad de aceite a recuperar: por datos de laboratorio podemos obtener 5% de aceite.

$$2412.32 \times 0.05 = 120 \text{ Kg/D.O.}$$

Aceite a recuperar = 120 Kg.

En 1 día operativo

Al tanque de extracción de aceite por solvente, ingresará el cake: 150 Kg/batch distribuidos en 6 sacos de 25 Kg c/u.

La planta de extracción trabajará 16 hr.

Hallando el volumen para los 150 Kg. de cake

$$\text{Densidad } 620 \text{ Kg/m}^3$$

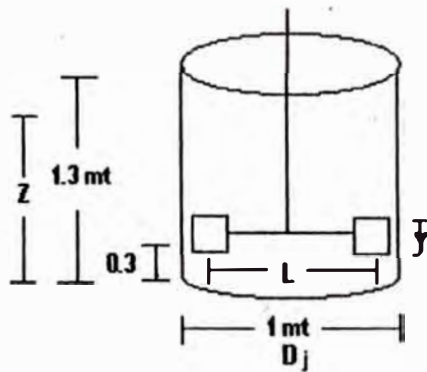
$$\text{Volumen} = 150/620 = 0.242 \text{ m}^3$$

El volumen del alcohol será igual a 2 veces el volumen de cake.

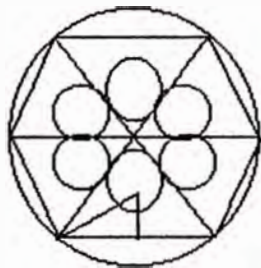
$$\text{Volumen Alcohol} = 2 \times 0.242 = 0.484 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Total}} = V_{\text{cake}} + V_{\text{alcohol}} = 0.7226 \text{ m}^3$$

Tomamos un recipiente:



$$V_T = 1.30 (0.5)^2 \times \pi = 1.02 \text{ m}^3$$



Dimensiones de los sacos:

El recipiente recibirá 6 sacos

$$\rho = 620 \text{ Kg/m}^3$$

$$v = \frac{25 \text{ Kg}}{620 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 0.040 \text{ m}^3$$

$$h = \frac{v}{\pi r^2}$$

$$r = \frac{\sqrt{3}}{3} \times 0.25$$

$$r = 0.144$$

Altura del saco : $h = 0.61 \text{ mt}$

Diámetro del saco : $D = 0.288$

DISEÑO DEL AGITADOR

Motor: 125 RPM

$\mu_{OH} : 0.68 \text{ cp}$, $\rho_{OH} : 789 \text{ kg/m}^3$

$$hp = 1.29 \times 10^{-4} D_j^{1.1} L^{2.72} N^{2.86} Y^{0.3} Z^{0.6} \mu^{0.14} \rho^{0.86}$$

$$D_j = 3.274 \text{ ft}$$

$$L = 0.3 \text{ mt} = 0.9823 \text{ ft}$$

$$Y = 1/6 = 0.166 \text{ mt} = 0.54 \text{ ft}$$

$$Z = 1 \text{ mt.} = 3.274 \text{ ft}$$

$$\mu = 0.68 \text{ Cp} (2.42) = 1.64 \text{ lb/ft hr}$$

$$\rho = 789 = 60.18 \text{ lb/ft}^3$$

$$N = 125 \text{ RPM} = 125/60 = 2.083 \text{ rps}$$

$$hp = 1.29 \times 10^{-4} (3.274)^{1.1} (0.9823)^{2.72} (2.083)^{2.86} (0.54)^{0.3} (3.274)^{0.6} (1.64)^{0.14} (60.18)^{0.86}$$

$$hp = 1.22$$

**HALLANDO EL CALOR TOTAL PARA LA EXTRACCION
DEL ACEITE EN EL TANQUE**

$$T_a = 25^{\circ}\text{C}$$

OH= Alcohol

$$T_1 = 70^{\circ}\text{C}$$

$$\rho_{\text{OH}} : 789 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{e \text{ cake}} = 0.45 \frac{\text{cal}}{\text{gr}^{\circ}\text{C}}$$

$$C_{e \text{ OH}} = 0.586 \frac{\text{cal}}{\text{Kg}^{\circ}\text{C}}$$

$$Q = m C_p \Delta T$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = Q_{\text{OH}} + Q_{\text{CAKE}}$$

$$Q_{\text{CAKE}} = 150 \frac{\text{Kg}}{\text{Hr}} \times 0.45 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^{\circ}\text{C}} (70-25)^{\circ}\text{C} = 3037 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}$$

$$Q_{\text{OH}} = 381.88 \times 0.586 (70 - 25) = 10070$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 10070 + 3037 = 13107 \text{ Kcal/Hr} \times 1\text{BTU}/252 \text{ cal}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 52012 \text{ BTU/Hr}$$

ASUMIENDO UNA PERDIDA DE 45%

$$Q_{\text{REAL}} = 1.45 \quad Q_{\text{REQUERIDA}} = 1.45 \times 52012$$

$$Q_{\text{REAL}} = 78149 \text{ BTU/Hr.}$$

HALLANDO EL NUMERO DE VUELTAS
DEL SERPENTIN, EN EL TANQUE
DE EXTRACCION POR SOLVENTES

$$L = 0.98 \text{ ft}$$

$$N = 125 \times 60 = 7500 \text{ RPH}$$

$$\rho_{OH} = 62.5 \text{ Ib/ft}^3. \quad \mu = 1.06 \frac{\text{lb}}{\text{ft Hr}} \quad C_e = 1.0 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F}}$$

$$K = 0.38 \frac{\text{BTU}}{\text{hr x ft}^2 \text{ x } \left(\frac{^\circ\text{F}}{\text{ft}}\right)}$$

$$R_{ej} = \frac{L^2.N.\rho}{\mu} = \frac{(0.98)^2(7500)(62.5)}{1.0} = 424.705$$

De la figura 20.2 : DONALD KERN

$$J = 2000$$

$$D_j = 3.274 \text{ ft}$$

$$h_c = J \frac{K \left(\frac{C_e \mu}{K}\right)^{1/3}}{D} \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0.14}$$

$$\left(\frac{C_e \mu}{K}\right)^{1/3} = \left(\frac{1 \times 1.06}{0.38}\right)^{1/3} = 1.634$$

$$\left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0.14} = 1$$

$$h_c = 2000 \times \frac{0.38}{3.274} (1.634) \times 1 = 379.3$$

$$h_c = 379.3 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} \quad \text{Para el vapor}$$

hio (referido a la superficie exterior del tubo)

De la página 201 Kern

$$h_i = h_o = h_{io} = 1500 \frac{BTU}{hr \text{ ft}^2 \text{ } ^\circ F}$$

$$U_c = \frac{h_c x h_{io}}{h_c + h_{io}} = \frac{379,3 x 1500}{379,3 + 1500} = 302,745 \frac{BTU}{hr \text{ ft}^2 \text{ } ^\circ F}$$

$$U_c = 302,745 \frac{BTU}{hr \text{ ft}^2 \text{ } ^\circ F}$$

EL FACTOR DE OBSTRUCCION A CONSIDERAR

$$R_d = 0,01 \frac{hr \text{ ft}^2 \text{ } ^\circ F}{BTU}$$

$$h_d = \frac{1}{R_d} = \frac{1}{0,01} = 100 \frac{BTU}{hr \text{ ft}^2 \text{ } ^\circ F}$$

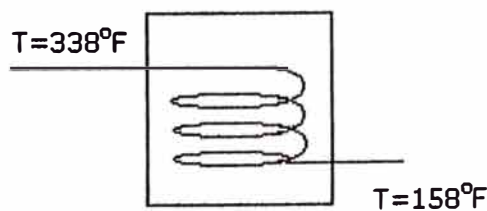
El coeficiente total de dise~no

$$U_D = \frac{U_c x h_d}{U_c + h_d} = \frac{302,74 x 100}{302,74 + 100}$$

$$U_D = 75,17 \frac{BTU}{hr \text{ ft}^2 \text{ } ^\circ F}$$

Considerando proceso isot~rmico

$$\Delta T = 338^\circ F - 158^\circ F = 180^\circ F$$



$$Q = A U_D \Delta T$$

$$A = \frac{Q}{U_D \Delta T} = \frac{78149}{75.17 \times 180} = 5.77 \text{ ft}^2$$

$$A = 5.77 \text{ ft}^2$$

El diámetro del tubo a usar en el Serpentin: 1" (Sch 40)

TABLA 11 (Kern)

$$DI = 1.049 \text{ pulg.}$$

$$DE = 1.32 \text{ pulg.} = 0.11 \text{ ft.}$$

$$A = 2\pi rL$$

$$\text{Donde : } L = \frac{A}{2\pi r} = \frac{5.77}{\pi (0.11)} = 16.69 \text{ ft}$$

Longitud del tubo : $L = 16.69 \text{ ft}$

D_{TK} = El diámetro del tanque es: 3.274 ft

El diámetro del serpentín = 0.9 D_{TK}

Diámetro del serpentín = 2.9466 ft

$$\text{N}^\circ \text{ DE VUELTAS} = \frac{L}{\text{DIAMETRO SERPENTIN}} = \frac{16.69}{2.9466}$$

$\text{N}^\circ \text{ DE VUELTAS} = 6 \text{ VUELTAS}$

DISEÑO DEL DESTILADOR

$$T_{eb \text{ alcohol}} = 78.3 \text{ }^\circ\text{C} \quad \rho_{\text{alcohol}} = 789 \text{ kg/m}^3 \quad \mu_{OH} = 1.3 \text{ Cp}$$

$$T_{eb \text{ aceite}} = 226 \text{ }^\circ\text{C} \quad \rho_{\text{aceite}} = 954 \text{ Kg/m}^3 \quad \mu_{\text{aceite}} = 11.9 \text{ Po}$$

MASA DE ALCOHOL: 6141.28 Kg

MASA DE ACEITE : 120 Kg.

$$R = \frac{W_{AC} Ricino}{W_{AC} Ricino + W_{OH}} = \frac{120}{6141.28 + 120} = 0.0192$$

La Cantidad de Aceite Es 1.92% de la Mezcla
Alcohol - Aceite

Asumiendo una pérdida de alcohol del 15%

Masa de alcohol a recuperar = $0.85 \times 6141.28 = 5220$ Kg

Masa alcohol recuperado = 5220 Kg

Masa Aceite recuperado = 120.0 Kg

Masa Total = 5340 Kg

Calor necesario para el proceso: $Q_{Alcohol} + Q_{Aceite}$

$$\begin{aligned} Q_{Alcohol} &= Q_L + Q_s \\ &= m\lambda + mC_p\Delta T \end{aligned}$$

$$Q_{Aceite} = mC_p\Delta T$$

$$m_{OH} = 5220 \text{ Kg}$$

$$m_{Aceite} = 120 \text{ Kg}$$

$$\lambda_{OH} = 204.2 \text{ Kcal/Kg}$$

$$C_{pAceite} = 0.55 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_{pOH} = 0.586 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} Q_{alcohol} &= 5220 \text{ Kg} \times 204 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} + 5220 \times 0.586 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \times (78.8 - 25)^\circ\text{C} \\ Q_{alcohol} &= 1548940 \text{ kcal} \end{aligned}$$

$$Q_{Aceite} = 120 \text{ Kg} \times 0.55 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \times (78.8 - 25)^\circ\text{C}$$

$$Q_{Aceite} = 3550.8 \text{ Kcal}$$

$$Q_{TOTAL} = Q_{Alcohol} + Q_{Aceite}$$

$$= 1548940 \text{ Kcal} + 3550.8 \text{ Kcal}$$

$$= 1552490.8 \text{ Kcal}$$

Se considera: 4 batch de 6 horas cada uno.

$$\text{Cada batch necesita: } 388122.7 \frac{\text{Kcal}}{\text{Batch}}$$

$$\begin{aligned} \text{Cada batch dura 6 horas} &= 388122.7 \frac{\text{Kcal}}{\text{Batch}} \times \frac{\text{Batch}}{6 \text{ horas}} \\ &= 64687.11 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}} \end{aligned}$$

Considerando una pérdida de calor de 20%

$$Q_{\text{requerida}} = 77613 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}$$

$$\text{Masa a procesar : } \frac{5340 \text{ Kg}}{4 \text{ Batch}} = 1335 \frac{\text{Kg}}{\text{Batch}}$$

Cálculo del Volumen de la Masa a Procesar:

$$\rho_{\text{Aceite}} = 954 \text{ Kg/m}^3, \quad \%_{\text{Aceite}} = 1.92$$

$$\rho_{\text{Alcohol}} = 789 \text{ Kg/m}^3, \quad \%_{\text{Alcohol}} = 98.48$$

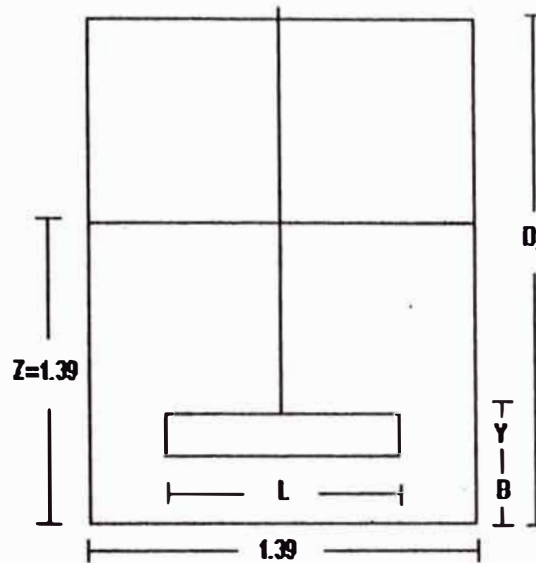
$$\rho_{\text{mezcla}} = \left(\frac{1.92}{100} \right) \times 954 + \left(\frac{98.08}{100} \right) \times 789$$

$$\rho_{\text{Mezcla}} = 790.87 \text{ Kg/m}^3$$

Volumen de la

$$\text{Masa a Procesar} = \frac{1335 \text{ Kg}}{790.87} = 2.114 \text{ m}^3$$

Las dimensiones del tanque son:



$$L > 0.3 D_j \quad B < \frac{L}{6}$$

En la fórmula:

$$h_p = 1.29 \times 10^{-4} D_j^{1.1} L^{2.72} N^{2.86} y^{0.3} z^{0.6} \mu^{0.14} \rho^{0.86}$$

$$D_j = 4.56 \text{ ft}$$

$$L = 1.824 \text{ ft}$$

$$N = 150 \text{ RPM} = 2.5 \text{ rps}$$

$$y = 0.272 \text{ ft}$$

$$z = 1.39 \text{ mt}$$

$$\mu = 900 \text{ cp}$$

$$\rho = 790.87 \text{ Kg/m}^3$$

Reemplazo en la Fórmula:

$$h_p = 5.54 h_p \quad \text{Potencia del Motor} = 5.54 h_p$$

Diseñando el Serpentin

El requerimiento de calor es:

$$Q_{\text{requerido}} = 77613 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}} = 307990 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr}}$$

$$L = 1.824 \text{ ft}$$

$$N = 150 \times 60 = 9000 \text{ rev/Hr}$$

$$K = 0.38 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr ft}^2 (\text{°F / ft})}$$

$$\rho = 59.8 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 1.06 \frac{\text{lb}}{\text{ft Hr}}$$

$$C = 1 \frac{\text{BTU}}{\text{lb°F}}$$

$$\text{Re}_j = \frac{L^2 h \rho}{\mu} = 926110$$

Fig 20.2 (Kern) $J = 2000$

$$D_j = 1.39 \text{ mt} = 4.55 \text{ ft}; \quad \frac{\mu}{\mu_w} = 1$$

En la fórmula :

$$h_c = J \frac{K}{D_j} \left(\frac{C\mu}{K} \right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14}$$

$$h_c = 233.84 \quad \text{para vapor,}$$

De la pág. 201 (Kern) ; $h_{oi} = 1500$

$$U_c = \frac{h_c \times h_{oi}}{h_c + h_{oi}} = \frac{233.84 \times 1500}{233.84 + 1500} = 202.3$$

$$U_c = 202.3 \frac{BTU}{hr \cdot ft^2 \cdot ^\circ F}$$

$$R_d = 0.01 \frac{hr \cdot ft^2 \cdot ^\circ F}{BTU}$$

$$h_d = \frac{1}{R_d} = \frac{1}{0.01} = 100 \frac{BTU}{hr \cdot ft^2 \cdot ^\circ F}$$

$$h_d = 100 \frac{BTU}{hr \cdot ft^2 \cdot ^\circ F}$$

Coefficiente total de diseño U_D

$$U_D = \frac{U_c \times h_d}{U_c + h_d} = \frac{202.3 \times 100}{202.3 + 100} = 66.92$$

$$U_D = 66.92 \frac{BTU}{hr \cdot ft^2 \cdot ^\circ F}$$

Proceso Isotérmico

$$78.4 \text{ } ^\circ C = 173.12 \text{ } ^\circ F$$

$$\Delta T = 164.88 \text{ } ^\circ F$$

$$Q = A U_D \Delta T$$

$$A = \frac{Q}{U_D \Delta T}$$

$$A = \frac{307990 \text{ btu} / \text{Hr}}{66.92 \frac{BTU}{hr \cdot ft^2 \cdot ^\circ F} \times 164.88 \text{ } ^\circ F} = 27.91 \text{ ft}^2$$

Diámetro del serpentín : 1" (Sch 40)

$$D_I = 1.049 \text{ pulg}$$

$$D_E = 1.32 \text{ pulg} = 0.11 \text{ ft}$$

$$A = 2\pi rL$$

$$L = \frac{A}{2\pi r} = \frac{27.91}{\pi \times 0.11}$$

$$L = 80.77 \text{ ft.}$$

Diámetro del serpentín = 0.9 D_{TK}

$$= 0.9 \times 4.55 = 4.095 \text{ ft.}$$

$$N^\circ \text{ Vueltas} = \frac{L}{\pi \frac{D_{Serpentin}}{Vueltas}} = \frac{80.77}{\pi \times 4.095}$$

$$N^\circ \text{ Vueltas} = 6.27 \text{ Vueltas}$$

$$N^\circ \text{ Vueltas} = 7 \text{ Vueltas}$$

DISEÑO DEL CONDENSADOR HORIZONTAL

Consideraciones Técnicas:

1. Condensador horizontal
2. Longitud de tubo del condensador $L = 8$ ft.
3. Tubos en arreglo triangular $15/16''$; 16 BWG; $D_E = 3/4''$
4. Calor latente de vaporización alcohol etílico

$$\lambda_{vOH} = 204.26 \text{ Kcal/Kg} = 368.43 \text{ Btu/lb}$$

5. Caída de presión permitida en la coraza: 2 lb/pulg^2 y en los

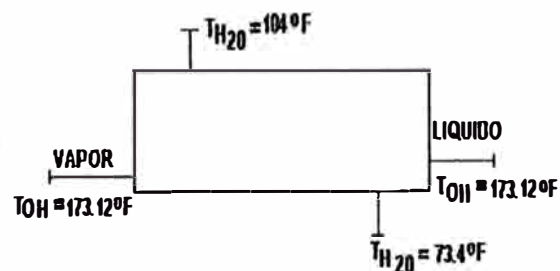
tubos : 10 lb/pulg^2 .

Flujo de vapor (alcohol etílico) = $273.71 \text{ Kg/h} = 602.162 \text{ lb/h}$

$$Q_{OH} = m_{OH} * \lambda_{vOH} \text{ ----> } Q_{OH} = 221854 \text{ Btu/Hr}$$

Asumiendo:

- $U_D = 100 \text{ Btu/hr.ft}^2.\text{°F}$
- $R_D = 0.0003 \text{ Btu/hr.ft}^2.\text{°F}$
- Caída de presión: $\Delta P = 10 \text{ psi}$



FC		FF	Dif	
173.12	ALT. T	104	69.12	ΔT_2
173.12	BAJ. T	73.4	99.72	ΔT_1
0	Dif.	30.6	30.6	$(\Delta T_2 - \Delta T_1)$

$$MLDT = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{2.3 \text{ LOG} \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}} = 83.6 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$MLDT = \Delta T = 83.6 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A_{\text{Cond. aprox.}} = Q/U_D \Delta T$$

$$A_{\text{Cond. aprox.}} = 26.53 \text{ ft}^2.$$

Nº tubos del condensador

$$a'' = 0.1963 \text{ ft}^2/\text{ft lineal} \quad (\text{Tabla 10 Kern})$$

$$N_t = A_{\text{cond}} / (a'' \cdot L_t)$$

$$N_t = 17 \text{ tubos}$$

Se considerará 18 tubos

Dimensiones del Intercambiador

Longitud $L_t = 8 \text{ ft}$; $D_E = 3/4''$; 15/16 arreglo triangular para 18 tubos el diámetro interior de la coraza es igual a 8" (DI coraza) y de 6 pasos.

Espaciamiento de deflectores $B = 8 \text{ pulg}$ (pag. 160-161 kern)

deflectores : 11

$$\# \text{ de cruces} = N+1 = 12 = 12 \times 8/8 = 12$$

$D_I = 8$ pulg ; $N_t = 18$ tubos

$B = 8$ pulg ; $C' = 15/16'' - 3/4 = 0.1875''$; $P_T = 15/16$ pulg

$P_T =$ espaciado de los tubos

Para una coraza de un solo paso

Fluido caliente (coraza)

Área efectiva de tránsito del alcohol

$$a_s = \frac{D_I \cdot C' \cdot B}{144 \cdot P_T}$$

$$a_s = 0.088 \text{ ft}^2$$

$$w = 602.162 \text{ lb/h}$$

$$\text{en: } G_s = w/a_s$$

$$G_s = 6842.75 \text{ lb/h.ft}^2$$

$$G'' = \frac{W}{L \cdot N_i^{2/3}} = 10.95 \frac{\text{lb}}{\text{hr.ft}_{\text{final}}}$$

Asumiendo:

$$\bar{h} = \bar{h}_0 = 180 ; h_{i0} = 1223.4$$

temp. salida alcohol: $T_v = 78.4 \text{ }^\circ\text{C} = 173.12 \text{ }^\circ\text{F}$

$$T_w = t_a + \left(\frac{h_0}{h_0 + h_{i0}} \right) (T_v - T_a) = 99.53 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_f = \frac{T_w + T_v}{2} ; T_f = 136.32 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$K_f = 0.105 \frac{\text{BTU}}{\text{hr.ft}^2 \left(\frac{^\circ\text{F}}{\text{ft}} \right)} ; S_f = 0.79$$

$$\mu_f = 0.65 C_p; h_0 = 420 \frac{BTU}{hr.ft^2.^{\circ}F}$$

Para $T_v = 173.12 \text{ }^{\circ}F$; $\mu_{vapor} = 0.012 * 2.42 = 0.029 \text{ lb/hr.ft}$

$D_E = 0.55/12 = 0.0458 \text{ ft. (fig. 28 kern)}$

$$Re_s = \frac{D_E \cdot G_S}{\mu} = \frac{0.0458 \text{ ft} * 6842.75 \frac{lb}{hr.ft^2}}{0.029 \frac{lb}{hr.ft}} = 1.08 * 10^4$$

$f = 0.0022 \text{ ft}^2/\text{pulg}^2$ (figura 29 Kern)

de cruces = $N + 1 = 11 + 1 = 12$

$N = \text{número de deflectores} = 11$

Peso molecular (alcohol) = 49 gr/mol

$$P.V. = n.R.T. = \frac{W}{M}.R.T.$$

$$\frac{P.M}{R.T.} = \frac{W}{V} = \rho$$

$s = 0.2/62.5 = 0.0032$

$D_s = 8 \text{ pulg}/(12 \text{ pulg/ft}) = 0.667 \text{ ft.}$

$$\Delta P_s = \frac{1}{2} \cdot f \cdot \frac{G_s^2 \cdot D_s \cdot (N+1)}{5.22 * 10^{10} De \cdot S}$$

$$\Delta P_s = \frac{1}{2} * \frac{0.0022 * (6842.75)^2 * 0.667 * 12}{5.22 * 10^{10} * 0.0458 * 0.0032}$$

$$\Delta P_s = 0.0538 \frac{lb}{pulg^2}$$

Fluido Frío (tubos)

$$\text{Requerimiento del agua: } Q = mC_p\Delta T = \frac{221854 \text{ BTU/hr}}{1\text{BTU}/^\circ\text{F}\cdot\text{lb}(104-73.4)^\circ\text{F}}$$

$$\text{Área de flujo } a'_t = 0.302 \text{ pulg}^2 \quad (\text{Kern tabla 10})$$

$$a_t = \frac{N_t \cdot a'_t}{144 \cdot n} \rightarrow a_t = \frac{18 \cdot 0.302}{144 \cdot 6} = 0.0047 \text{ ft}^2$$

$$G_t = \frac{W}{a_t} = \frac{7250.13 \frac{\text{lb}}{\text{hr}}}{0.0047 \text{ ft}^2} = 1542580 \frac{\text{lb}}{\text{hr}\cdot\text{ft}^2}$$

$$\text{Velocidad : } V = \frac{G_t}{3600 \cdot \rho} = \frac{1542580 \frac{\text{lb}}{\text{hr}\cdot\text{ft}^2}}{3600 \cdot 62.5 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \cdot \frac{\text{seg}}{\text{hr}}} = 6.85 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

$$\text{temp. de entrada} = 23 \text{ }^\circ\text{C} = 73.4 \text{ }^\circ\text{F}$$

H₂O

$$\text{temp. de salida} = 40 \text{ }^\circ\text{C} = 104^\circ\text{F}$$

H₂O

$$\text{temp. media : } t_a = 88.7 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\mu = 0.85 \cdot 2.42 = 2.05 \text{ lb}/(\text{ft}\cdot\text{hr}); D = 0.62/12 = 0.0517 \text{ ft}$$

$$Re = \frac{D \cdot G_t}{\mu} = \frac{0.0517 \text{ ft} \cdot 1542580 \frac{\text{lb}}{\text{hr} \cdot \text{ft}^2}}{2.05 \frac{\text{lb}}{\text{hr} \cdot \text{ft}}} = 3.89 \cdot 10^4$$

$$h_i = 1480 \frac{\text{BTU}}{\text{hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}} \quad (\text{Kern Fig. 25})$$

$$h_{i0} = h_i \cdot \left(\frac{DI}{DE} \right) = 1480 \cdot \frac{0.62}{0.75} = 1223.4 \frac{\text{BTU}}{\text{hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}}$$

Para $NRe = 3.89 \cdot 10^4 \rightarrow f = 0.00019 \text{ ft}^2$ (Kern Fig. 26)

$$D_e = 0.0517$$

$$S = 1$$

$$\phi_t = 1$$

$$\Delta P_t = f \cdot \frac{G_t^2 \cdot L_n}{5.22 \cdot 10^{10} D_e \cdot S \cdot \phi_t}$$

$$\Delta P_t = \frac{0.00019 \cdot (1542580)^2 \cdot 8 \cdot 8}{5.22 \cdot 10^{10} \cdot 0.0517 \cdot 1.1}$$

$$\Delta P_t = 10.72 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}$$

$$\Delta P_r = \left(\frac{4 \cdot n}{s} \right) \left(\frac{v^2}{2g'} \right) \left(\frac{62.5}{144} \right)$$

$$g' = 32.2 \text{ ft/seg}^2$$

$$s = \text{Sp} - \text{gr}$$

$$\Delta P_r = \text{caída de presión por retorno}$$

$$V = \text{ft / seg}$$

$$\Delta P_r = \left(\frac{4 * 8}{1} \right) \frac{\left(6.85 \frac{ft}{seg} \right)^2}{2 * 32.2 \frac{ft}{seg^2}} \frac{62.5 \frac{lb}{ft^3}}{144 \frac{pulg^2}{ft^2}}$$

$$\Delta P_r = 1.47 \frac{lb}{pulg^2}$$

$$\Delta P_T = \Delta P_{tubos} + \Delta P_r = 10.72 + 1.47 = 12.19 \frac{lb}{pulg^2}$$

Coefficiente total limpio :

$$U_c = \frac{h_{i0} \cdot h_0}{h_{i0} + h_0} = \frac{1223.4 * 300}{1223.4 + 300} = 240$$

$$R_D = \frac{240 - 94}{240 * 94} = 0.00647$$

**RESULTADOS FINALES DEL DISEÑO DEL TANQUE CON SERPENTIN Y
AGITADOR PARA LA EXTRACCION DEL ACEITE.**

Volumen del tanque = 1.02 m³.

Altura del tanque = 1.30 m.

Diámetro del tanque = 1.00 m.

N = 125 RPM

$$K = 0.38 \frac{BTU}{hr \times ft^2 (\circ F / ft)}$$

$$h_{io} = 1500 \frac{BTU}{hr \ ft^2 \ \circ F}$$

$$U_D = 75.17 \frac{BTU}{hr \ ft^2 \ \circ F}$$

Diámetro del tubo a usar en el serpentín : 1" (Sch 40)

Diámetro del serpentín = 2.94 ft

Longitud del tubo del serpentín = 16.69 ft

Nº de vueltas del serpentín = 6 vueltas.

RESULTADOS FINALES DEL DISEÑO DEL DESTILADOR

Altura del tanque = 4.56 ft.

Diámetro del tanque = 4.56 ft.

Potencia del motor del agitador = 5.54 hp.

N = 150 RPM

$$h_a = 100 \frac{BTU}{hr \text{ ft}^2 \text{ } ^\circ F}$$

$$U_D = 66.92 \frac{BTU}{hr \text{ ft}^2 \text{ } ^\circ F}$$

Diámetro del tubo a usar en el serpentín : 1" (Sch 40)

Diámetro del serpentín = 4.095 ft.

Longitud del tubo del serpentín = 80.77 ft

Nº de vueltas del serpentín = 7 vueltas

RESULTADOS FINALES DEL DISEÑO DEL CONDENSADOR HORIZONTAL

$$\text{Area} = 26.53 \text{ ft}^2$$

$$\text{Longitud tubo} = 8 \text{ ft.}$$

$$D_I = \text{Diámetro de la coraza} = 8''$$

$$D_E = \text{Diámetro exterior} = 3/4'' ; \text{ BWG}$$

$$\text{Arreglo triangular } 15/16''$$

$$N_t = \text{Número de tubos} = 18$$

$$n = \# \text{ de pasos} = 6$$

$$B = 8''$$

$$N = \# \text{ de deflectores} = 11$$

$$U_D = 100 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$\Delta^{PS}_{\text{CORAZA}} = 0.0538 \text{ lb/pulg}^2$$

$$\Delta^P_{\text{TUBO}} = 12.19 \text{ lb/pulg}^2$$

$$h_{i0} = 1223.4 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$h_0 = 300 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

CAPITULO VI : EVALUACION ECONOMICA, INVERSIONES Y FINANCIAMIENTO

EQUIPO
MATERIAL DE FABRICACIÓN

EQUIPO	CANTIDAD	COSTO USD
Balanza de 1 Ton., acero fundido	1	320
Expeller, 6 Ton/ Dia, acero fundido	1	3000
Filtro Prensa, 6 Ton/ Dia, acero fundido	1	4000
Bombas, 1 hp	8	2000
Tina de Recepción, 1.5 m3, acero fundido	1	1000
Tk de Sedimentación, 1.5 m3 acero fundido	2	2000
Tk de Combustible, 1000 Glns.acero fundido	1	2800
Tk de Almacenamiento, 1.5 m3 acero fundido	2	2000
Tk de blanqueo, 1.5 m3 acero fundido	1	2600
Zaranda Vibratoria, 5 Ton/Dia, fierro	1	1200
Caldero 15 BHP.	1	18000
Ablandador, 5 m3/Hr, fierro	1	1500
Compresor, 5 Kg/cm2, 150 PCPM	1	3000
Unidad de Extracción por Solventes, fierro	1	6000
COSTO TOTAL DEL EQUIPO		49420

ESTIMACION DE INVERSION DE CAPITAL FIJO

COSTOS DIRECTOS	%	
Adquisición de equipos	100	49420
Instalación de equipo	4	1977
Instrumentación y controles	3	1483
Cañerías y tuberías	2	988
Instalaciones eléctricas	3	1483
Obras civiles	10	4942
Mejoras del terreno	21	10378
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS		70671
COSTOS INDIRECTOS		
Ingeniería y supervisión	3	1483
Gastos de construcción	5	2471
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		3954
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS E		
INDIRECTOS DE LA PLANTA		74624
Eventuales (10% Costos directos e indirectos)		7462
TOTAL DE INVERSION DE CAPITAL FIJO		82087
CAPITAL DE TRABAJO		15693
INVERSION TOTAL DE CAPITAL		97780

ESTIMACION DE COSTOS DE PRODUCCION

MATERIA PRIMA		
Semilla	0,25	\$/Kg
Alimentación horaria	466,25	Kg/hr
Consumo anual de semilla	1119000	Kg/Año
COSTO	279750	\$/Año
MANO DE OBRA		
Número de obreros	7	
Sueldo de cada obrero US\$/MES	110	
Sueldos	9240	\$/Año
Vacaciones	770	\$/Año
TOTAL DE MANO DE OBRA	10010	\$/Año
SUPERVISION DIRECTA Y TRABAJOS ADMINISTRATIVOS	11400	\$/Año

SERVICIOS AUXILIARES

AGUA :		
Consumo :	4 m3/DO	
Costo :	1 \$/m3	
COSTO ANUAL DE AGUA :	1200	\$/Año
COMBUSTIBLE :		
Consumo :	40 gal/d;a	
Costo :	0.83 \$/gal	
COSTO ANUAL DE COMBUSTIBLE :	9960	\$/Año

ENERGIA ELECTRICA

EQUIPOS	HP
Expeller	21
Bombas	4
Zarandas	3
Caldero	3
Compresor	20
TOTAL :	51

51 HP = 91188 Kw - hr/año

Considerando una eficiencia del 52% tenemos

Energía consumida por equipos :	175362 Kw - hr/año
------------------------------------	--------------------

ALUMBRADO DE PLANTA (500 m2)	
Horas de alumbrado : 12 hr/día	1 Kw-hr / 95 cm2 de área
Energía consumida por alumbrado de planta :	18947 Kw - hr/año
CONSUMO TOTAL DE ENERGIA	194309 Kw - hr/año
COSTO DE ENERGIA	0,083 \$/Kw - hr
COSTO ANUAL DE ENERGIA	16128 \$/Año

COSTO DE SERVICIOS AUXILIARES
(\$/Año)

Agua	1200
Combustible	9960
Energía eléctrica	16128
TOTAL	27288

COSTO DE PRODUCCION
(\$/Año)

Materia prima	279750
Mano de obra	10010
Supervisión directa y trabajos de administración	11400
Total servicios auxiliares	27288
TOTAL	328448

**ESTIMACION DEL COSTO TOTAL DE FABRICACION
DEL ACEITE DE RICINO**

I.- COSTOS DE FABRICACION	\$US/año
Costos Directos de Producción	
Materia prima	279750
Mano de obra	10010
Supervisión directa y trabajos de administración	11400
Servicios auxiliares	27288
Mantenimiento y Reparación (6% de equipos)	2965
Gastos de laboratorio (5% M.O)	501
Gastos Fijos	
Depreciación (10% Inv. Capital Fijo)	9778
Impuestos locales (0.5% I.C.F)	489
Seguro (0.7% I.C.F)	684
Gastos Generales de la Planta (3% de M.O, Superv, Manten.)	731
II.- GASTOS GENERALES	
Gastos de Administración (3.5% CTF)	11596
Gastos de Distribución y Marketing (3% de Costo Total Fab.)	11482
Gastos de Investigación y Desarrollo (5% de Costo Total Fab.)	19343
COSTOS TOTALES DE FABRICACION	388244

CUADRO DE COSTOS VARIABLES Y FIJOS

COSTOS VARIABLES	
Materia prima	279750
Mano de obra	10010
Supervisión directa y trabajos de administración	11400
Servicios auxiliares	27288
Mantenimiento y Reparación (6% de equipos)	2965
Gastos de laboratorio (5% M.O)	501
TOTAL COSTOS VARIABLES	52163,7

COSTOS FIJOS

Depreciación (10% Inv. Capital F)	9778
Impuestos locales (0.5% I.C.F)	489
Seguro (0.7% I.C.F)	684
Gastos Generales de la Planta (3% de M.O, Superv, Manten.)	731
TOTAL COSTOS FIJOS	11683

CAPITAL DE TRABAJO

Inventario de Materia Prima	10 D.O.
Inventario de Producto Terminado	10 D.O.
Cuentas por Cobrar	7 D.O.
Cuentas por Pagar	6 D.O.
Costo semilla	250 US\$/TM
Costo aceite ricino	942 US\$/TM
Precio de venta del a	1500 US\$/TM
Carga diaria semilla	3,73 TM/DO
Produccion diaria de	1,27 TM/DO

Materia Prima

10 DO * 3.73 TM/DO * 250 \$/TM US\$ 9325
 Costo de materia prima para cada año

Inventario de Productos Terminados

10 DO * 1.27 TM/DO * 955 \$/TM US\$ 11963

Costo de producción

Cuentas por Cobrar

7 DO * 1.27 TM/DO * 1500 \$/TM US\$ 13335

Precio de venta del aceite

Cuentas por pagar

6 DO * 3.73 TM/DO * 250 \$/TM US\$ -5595

Precio de M.P

Cobros adelantados

7 DO * 1.27 TM/DO * 1500 \$/TM US\$ -13335

TOTAL CAPITAL 15693
 DE TRABAJO

<p>CARGA 3,73 TM/DO -----></p> <p>COSTO DE SEMILLA 250 \$/TN 300 DO/AÑO</p>	>	<p>PRODUCTO 1,27 TM/DO -----></p> <p>COSTO DE PRODUCCION DE ACEITE = 0,955 \$/Kg PRECIO DE VENTA DE ACEITE = 1,50 \$/Kg</p>
--	---	---

	3 CUADRO DE COSTOS UNITARIOS DE PRODUCCION \$/TM ACEITE									
AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MATERIA PRIMA	279750	282548	285373	288227	291109	294020	296960	299930	302929	305958
COSTOS VARIABLES	52164	52685	53212	53744	54282	54825	55373	55927	56486	57051
COSTOS FIJOS	11683	11683	11683	11683	11683	11683	11683	11683	11683	11683
COSTO \$/TM ACEITE	902	911	919	928	937	946	955	965	974	983

5 CUADROS DE COSTOS DE PRODUCCION ANUALES \$/AÑO

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MATERIA PRIMA	279750	282548	285373	288227	291109	294020	296960	299930	302929	305958
COSTOS VARIABLES	52164	52685	53212	53744	54282	54825	55373	55927	56486	57051
COSTOS FIJOS	11683	11683	11683	11683	11683	11683	11683	11683	11683	11683
TOTAL COSTOS	343596	346915	350268	353654	357073	360527	364016	367539	371098	374692
DEPRECIACION	9778	9778	9778	9778	9778	9778	9778	9778	9778	9778
TOTAL CARGOS	353374	356693	360046	363432	366851	370305	373794	377317	380876	384470

6 CUADRO DE CAPITAL DE TRABAJO

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVENTARIO DE MP	9325	9418,25	9512	9608	9704	9801	9899	9998	10098	10199
INVENTARIO DE PT	11963	11963	11963	11963	11963	11963	11963	11963	11963	11963
CUENTAS POR COBRAR	13335	13335	13335	13335	13335	13335	13335	13335	13335	13335
CUENTAS POR PAGAR	-5595	-5651	-5707	-5765	-5822	-5880	-5939	-5999	-6059	-6119
COBROS ADELANTADOS	-13335	-13335	-13335	-13335	-13335	-13335	-13335	-13335	-13335	-13335
CAPITAL DE TRABAJO	15693	15731	15768	15806	15845	15884	15923	15962	16002	16043
INCREMENTO ANUAL	15693	37	38	38	38	39	39	40	40	40

8 FLUJO DE FONDOS Y FINANCIAMIENTO											
											Financiero
FINANCIAMIENTO											50 %
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSION PROPIA DE CAPITAL	48890										
AMORTIZACION DE LA DEUDA		15670	15067	14488							
CAPITAL DE TRABAJO PROPIO		15693	37	38	38	38	39	39	40	40	-16002
TOTAL INVERSION	48890	31363	15104	14525	38	38	39	39	40	40	-16002
UTILIDAD NETA		143397	142254	141003	139647	137253	134836	132394	129927	127436	124920
DEPRECIACION		9778	9778	9778	9778	9778	9778	9778	9778	9778	9778
FLUJO NETO DE FONDOS	-48890	121811	136928	136256	149387	146993	144575	142132	139666	137174	150701
APORTES		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DIVIDENDOS		0	127623	126606	125493	124286	122155	120004	117830	115635	113418
SALDO DE CAJA ANUAL		121811	9305	9649	23894	22707	22419	22129	21835	21539	37283
CAJA RESIDUAL		121811	131116	140766	164660	187367	209786	231915	253750	275289	312572

VAN 806664
TIR 258%

9 BALANCE GENERAL PROYECTADO

Financiero

FINANCIAMIENTO

50 %

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACTIVO											
CAJA BANCO	97780	121811	131116	140766	164660	187367	209786	231915	253750	275289	312572
INV DE MM PP		9325	9418	9512	9608	9704	9801	9899	9998	10098	0
INV DE PROD. TERM.		11963	11963	11963	11963	11963	11963	11963	11963	11963	0
CUENTAS POR COBRAR		13335	13335	13335	13335	13335	13335	13335	13335	13335	0
ACTIVO TANGIBLE E INTANG. NETO		88002	78224	68446	58668	48890	39112	29334	19556	9778	0
TOTAL ACTIVO	97780	244436	244057	244022	258234	271259	283997	296446	308602	320463	312572
PASIVO											
PASIVO A CORTO PLAZO											
CTAS POR PAGAR		5595	5651	5707	5765	5822	5880	5939	5999	6059	0
COBROS ADELANTADOS		13335	13335	13335	13335	13335	13335	13335	13335	13335	0
PAGO ANUAL DE LA DEUDA	16297	16297	16297								
DIVIDENDOS		127623	126606	125493	124286	122155	120004	117830	115635	113418	111179
PASIVO A LARGO PLAZO	32593	16297									
DEUDA											
PATRIMONIO											
CAPITAL SOCIAL	48890	48890	48890	48890	48890	48890	48890	48890	48890	48890	48890
UTILIDAD RETENIDA ACUM.		1434	2857	4267	5683	7038	8384	9708	11007	12281	13531
RESERVA LEGAL ACUM.		14340	28565	42665	56630	70355	83839	97078	110071	122815	135307
PERDIDAS O GANANC. POR INFLACION ACUMULADA		627	1856	3665	3665	3665	3665	3665	3665	3665	3665
TOTAL PASIVO	97780	244436	244057	244022	258234	271259	283997	296446	308602	320463	312572
PERD. O GANANC. POR INF		627	1229	1809	0	0	0	0	0	0	0

INVERSION TOTAL DE CAPITAL	97780
A FINANCIAR POR TRES AÑOS	
INTERES	10 %
INFLACION	4 %
PORCENTAJE DE FINANCIAMIENTO	50 %

10 CUADRO DE FINANCIAMIENTO Y PAGO DE LA DEUDA				
FINANCIAMIENTO				
50 %				
AÑO		1	2	3
MONEDA CORRIENTE				
DEUDA AL FINAL	48890	32593	16297	0
AMORTIZACION		16297	16297	16297
INTERES (10% DE LA DEUDA FINAL)		4889	3259	1630
PAGO		21186	19556	17926
AÑO		1	2	3
MONEDA CONSTANTE				
DOLARES DEL AÑO CERO				
INFLACION 4 %				
DEUDA AL FINAL	48890	31340	15067	0
AMORTIZACION		15670	15067	14488
INTERES (10% DE LA DEUDA FINAL)		4701	3013	1449
PAGO		20371	18081	15936

12 FLUJO DE FONDOS Y FINANCIAMIENTO											
											Economico
											0 ¢
FINANCIAMIENTO											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSION PROPIA DE CAPITAL	97780										
AMORTIZACION DELA DEUDA		0	0	0							
CAPITAL DE TRABAJO PROPIO		15693	37	38	38	38	39	39	40	40	-16002
TOTAL INVERSION	97780	15693	37	38	38	38	39	39	40	40	-16002
UTILIDAD NETA		146687	144364	142017	139647	137253	134836	132394	129927	127436	124920
DEORECIACION		9778	9778	9778	9778	9778	9778	9778	9778	9778	9778
FLUJO NETO DE FONDOS	-97780	140772	154105	151758	149387	146993	144575	142132	139666	137174	150701
APORTES		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DIVIDENDOS		0	130552	128484	126395	124286	122155	120004	117830	115635	113418
SALDO DE CAJA ANUAL		140772	23553	23274	22992	22707	22419	22129	21835	21539	37283
CAJA RESIDUAL		140772	164325	187598	210590	233297	255716	277845	299680	321219	358502

VAN 800853
TIR 149%

6.1 Inversiones

6.1.1 Consideraciones generales

Es la etapa en la que se ejecutan todas las actividades para convertir el proyecto en una unidad productiva.

Analizaremos el monto de inversión que requiere el proyecto los cuales son de tres tipos:

- Inversión en Activo Tangible.
- Inversión en Activo Intangible.
- Capital de trabajo.

6.1.2 Inversiones en Activo Tangible

Observamos que la inversión en Activo Tangible alcanzó \$ 70,671 dólares, sobresaliendo como principales rubros las inversiones en maquinaria y equipo que cubren el 80% del total.

6.1.3 Inversiones en Activo Intangible

Constituido por los gastos que deben realizarse en estudios, en la administración y organización del

mismo, como ingeniería y supervisión así como también gastos durante la construcción . El Activo Intangible asciende a \$3,954 dólares.

6.1.4 Capital de Trabajo

El capital de trabajo es el conjunto de recursos del proyecto, necesarios como activos corrientes para la operación normal durante un ciclo productivo, para una capacidad utilizada y un tamaño dado.

El capital de trabajo necesario para iniciar el proceso de producción asciende a \$ 15,693 dólares el primer año de producción.

6.1.5 Resumen general de inversiones

Las inversiones del proyecto ascienden a \$/97,780 dólares.

6.2 Financiamiento

El financiamiento es una actividad por la cual se obtienen los recursos financieros y reales para la

implementación de una actividad productiva ya sea de bienes y/o servicios.

6.2.1 Fuentes financieras

El aporte de los accionistas iniciales cubrirá la Inversión Intangible y parte de la Inversión Fija (Terreno y Edificios); y se solicitará financiamiento a la diferencia de Inversión Fija y total del Capital de Trabajo.

Cofide otorga préstamos para la Inversión Fija a la tasa de interés de 16.5%, los plazos de gracia es de 1 a 2 años y plazo total máximo de 7 años. Y para el Capital de Trabajo de 18.5%, 6 meses y 3 años respectivamente.

6.2.2 Estructura del financiamiento

En nuestro esquema financiero consideraremos una tasa de interés, de 10%; y plazo total máximo de 3 años. Para demostrar, la factibilidad del proyecto se evaluará su rentabilidad asumiendo las condiciones estrictas mostradas líneas arriba.

El financiamiento de la inversión total de capital (\$97,780 dólares) y serán en condiciones siguientes:

- a) El aporte propio, realizado por los accionistas del proyecto asciende a \$ 48,890 dólares y representa el 50 % del total de inversión. Este aporte financiará los activos intangibles y una parte de los activos fijos, sobre todo la parte de terrenos y obras civiles.
- b) El aporte de COFIDE el cual representa el 50% y asciende a \$ 48,890 dólares.

6.2.3 Servicio de la deuda

Para el cálculo del servicio de la deuda, se ha tomado en consideración las condiciones planteadas por las entidades financieras.

Interés 10 %

Inflación 4 %

Y plazo máximo de 3 años.

CAPITULO VII: COSTOS E INGRESOS

7.1 Costos

Son todos aquellos egresos que pueden ser identificados o son propios del proceso de fabricación, los que a su vez se clasifican en materiales directos de fabricación, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación, y aquellos egresos en que incurre la empresa pero que no pertenecen al proceso de fabricación se denominan gastos, que pueden ser gastos de operación (administrativos y de ventas) y el grupo denominado otros gastos (financieros, etc), en nuestro proyecto los Costos Totales de Fabricación es \$ 388,244.

7.1.1 Costos de producción

7.1.1.1 Costos directos de producción

Comprende todos los rubros que intervienen directamente en la producción, tales como materia prima, insumos y mano de obra.

Este costo representa el 78% del costo total.

a) Materia prima

El costo de materia prima tiene tres componentes : costo de semilla de ricino, fletes y manipuleo, y costo de sacos.

Según el programa de producción señalado anteriormente, las cantidades de materia prima a suministrarse requerida por la planta es 1119 TM/año con un costo de \$ 279,750 en el primer año.

b) Insumos

Para la producción de aceite de ricino se requiere algunos materiales de acuerdo al proceso de producción.

Entre estos se encuentran productos químicos, agua, combustible y energía eléctrica.

A continuación se detallan los requerimientos de insumos para la operación de la planta.

- Productos químicos

Se consume 2000 Kg de alcohol etílico y 10 Kg de tierra decolorante por cada tonelada métrica de cake de semilla de higuerilla que entra al proceso.

En el proceso de cálculo de los cuadros mencionados se tienen en cuenta los estándares técnicos tanto de procesamiento de la semilla de higuierilla como de consumo de los insumos químicos mencionados líneas arriba, asimismo se contempla la recuperación del alcohol empleado, por lo que el consumo real sería la merma en alcohol, es decir aquel alcohol que no puede ser recuperado, esta merma es del 15% del alcohol que entra al proceso.

- Agua

Se requiere aproximadamente de 4 m³ de agua por día operativo a procesar, considerando un costo promedio para el primer año 1 \$/m³.

- Combustible

Está representado por el consumo de petróleo que realiza la planta en el caldero.

Considerando un consumo de 40 galones por día operativo y un costo de 0.83 \$/gal, tenemos que el costo total por año es de 9960 \$/año.

- Energía eléctrica

La energía eléctrica está dada por el proceso de producción en sí, el cual requiere de 175,362 Kw-hr/año y por el alumbrado de planta (500 m²) de 18947 Kw-hr/año considerando un costo de energía de 0.083 \$/Kw-hr tenemos que el costo anual de energía de 16,128 \$/año.

- Mano de Obra

Este rubro comprende el pago al factor de mano de obra que labora directamente en el departamento de producción de la planta y es de \$ 10,010 anuales

7.1.1.2 Costos indirectos de producción

Este rubro comprende aquellos gastos que no se pueden atribuir directamente al proceso de producción.

a) Mantenimiento de los servicios**- Repuestos y mantenimiento**

Este ítem incluye los gastos en materiales y repuestos necesarios para garantizar el normal funcionamiento de la planta.

- Depreciación de Activos fijos

Son las cantidades que se deducen periódicamente (anualmente) del excedente generado por la producción, para compensar el desgaste experimentado por el uso de los bienes de capital fijos.

Los montos anuales estimados es \$ 9,778.

Suministros varios

En este rubro se tiene en cuenta algunos items como equipo de seguridad.

Los costos son:

- Energía eléctrica

Se considera la energía necesaria para alumbrado, servicios y otros, se ha calculado un gasto aproximado por el alumbrado de planta (500 m²) de 18947 Kw-hr/año considerando un costo de energía de 0.083 \$/Kw-hr.

Agua

Se requiere aproximadamente de 5 m³ de agua por día tomando como referencia plantas de igual número de trabajadores (12).

b) Mano de obra indirecta

En este rubro se considera al personal que no interviene directamente en el proceso de producción

7.1.2 Costos de operación**7.1.2.1 Costos administrativos**

Los costos administrativos están constituidos por sueldos y salarios administrativos, amortización de intangibles, seguros, servicios e impuesto al patrimonio predial.

- Sueldos y salarios

Este rubro comprende el pago de los sueldos y salarios de las personas de la oficina y el personal administrativo de la planta.

- Seguros

El monto de este rubro corresponde al 0.07% del total de la inversión en maquinaria, equipos y mobiliario.

- Servicios

Se considera bajo este rubro los servicios de gastos de correo ,internet , útiles de computo y oficina.

- Impuesto al patrimonio predial

Se ha calculado de acuerdo a los dispositivos legales vigentes.

7.1.2.2 Gastos de ventas**- Sueldos y leyes sociales**

Generados por el personal que trabajará en esta área, tales como los jefes de Comercio Exterior, Interior, los asistentes y secretarias.

- Comisión de ventas

Se considera para este rubro un 5% del ingreso por ventas.

- Embalajes

Se considera en este rubro los costos considerados por los cilindros de fierro y papel especial para el aceite, así como los costos de etiquetas e impresiones.

Se estima un porcentaje del 0.5% del ingreso por ventas.

- Fletes Internos, Gastos Aduaneros, Seguros.

Se considera en este rubro los costos por transporte de los productos elaborados al puerto, los gastos aduaneros de manipuleo y derechos de uso de los almacenes y otros asimismo se incluye en este rubro el costo de los seguros respectivos. Todo lo anterior se estima en 1.5% del ingreso por ventas.

7.1.2.3 Gastos financieros

- Intereses por préstamo

Los egresos ocasionados por este rubro corresponden a los intereses por el préstamo de COFIDE para financiar principalmente la adquisición de maquinaria y equipo (50.0% de la inversión).

7.2 Ingresos

7.2.1 Programa de ventas

En base a la programación anual de la producción, se ha elaborado el programa de ventas del proyecto, facturando \$ 571,500.

Para el proyecto se considera que toda la producción anual se vende.

7.2.2 Ingreso por ventas

La valorización de las ventas de ha efectuado a precios internacionales en dólares americanos.

Para efectos del ingreso disponible en efectivo, como resultado del de las ventas del proyecto, se asume que los pagos de las ventas se efectúan al contado dentro de los treinta días siguientes al embarque y que estas se efectuarán siempre a comienzos del mes.

7.3 Punto de equilibrio

El punto de equilibrio (punto de nivelación) corresponde al volumen mínimo de producción que se requiere para que los ingresos totales por ventas igualen a los costos totales de producción, punto donde el proyecto no alcanzará utilidades y solamente ha de cubrir sus egresos totales.

Para determinar el punto de equilibrio de la planta se ha desagregado los costos fijos y variables, y además de ha calculado los costos fijos unitarios, los costos variables unitarios y

los costos totales unitarios en función de la producción anual, asimismo los ingresos totales según el programa de ventas.

Es importante resaltar que dentro de la estructura general de costos, los costos variables constituyen el rubro más importante que los costos fijos a pesar de la fuerte inversión, debido principalmente al costo de la materia prima.

La ecuación matemática para determinar el Punto de Equilibrio se obtiene de las siguientes relaciones:

$$V = n \text{ Pu}$$

$$CT = CF + n \text{ CVu}$$

donde:

V	Ingresos totales
n	Cantidad producida
Pu	Precio de venta unitario
CT	Costos totales
CF	Costos fijos
CVu	Costos variables unitarios.

En el punto de equilibrio se cumple:

$$V = CT$$

$$n Pu = CF + n CVu$$

$$n = \frac{CF}{Pu - CVu}$$

El punto de equilibrio para los distintos años se mantiene más o menos en un promedio de 18.61 TM.

CAPITULO VIII: EVALUACIÓN EMPRESARIAL Y FINANCIERA

8.1 Estados financieros proyectados

8.1.1 Ganancias y pérdidas

Del estado de pérdidas y ganancias proyectado a 10 años. Se considera como ingresos las ventas , de acuerdo al programa de ventas. Los egresos están constituidos por los costos de producción y costos de operación.

Para la depreciación se ha usado el sistema lineal de acuerdo a la vida útil de los equipos, para amortizar los gastos pre-operativos se ha considerado un período de 10 años.

Se puede observar que el proyecto proporciona dividendos desde el primer año.(Cuadro 7 estado perdidas y ganancias).

8.1.2 Flujo de Caja (Cuadro 8 FNF-Financiero)

Este cuadro se ha formulado de acuerdo al estado de perdidas y ganancias y al cronograma de inversiones. La finalidad es presentar los flujos de entrada y salida de dinero en efectivo.

Así tenemos que durante la etapa de implementación del proyecto, el dinero efectivo que

ingresa es por concepto de aporte de capital de los accionistas y de los préstamos de la banca. En cuanto a los egresos de esta etapa se puede observar que lo constituyen principalmente inversiones en activo fijo y activo intangible.

En la etapa de operación los ingresos en efectivo lo constituyen básicamente la venta del producto aceite de higuierilla y el cake de higuierilla.

En cuanto a la salida de dinero en efectivo durante esta operación se puede observar que estos son por conceptos de todos los gastos tanto directos como indirectos en que se incurre en la parte operativa y administrativa de la planta, así como los egresos financieros, es decir el pago de amortización e intereses de los créditos concedidos.

Para el proyecto se obtienen saldos netos positivos para todos los años.

8.1.3 Balance (Cuadro 9 Balance Gral Proyectado)

La proyección de este estado financiero muestra los principales rubros :

1. Activo Corriente

Esta conformado por las cuentas de caja y bancos que provienen del saldo anual del flujo de fondos, las existencias que están constituidas por el inventario de semilla de higuierilla.

2. Activo fijo

Este rubro esta conformado por el activo fijo y el activo intangible, este último corresponde a los gastos capitalizables incurridos en la realización del proyecto siendo las principales cuentas los gastos de pre-inversión, intereses durante la construcción y gastos de capacitación.

3. Pasivo corriente

Esta conformado por las obligaciones cuya cancelación debe realizarse en el curso del período siguiente. Esta constituido por los tributos por pagar, participación de los trabajadores, de deudas a corto plazo.

4. Pasivo no corriente

Incluye la deuda a largo plazo, cuyo período de cancelación comprende 3 años.

5. Patrimonio

Esta conformado por el aporte de los accionistas, destinados fundamentalmente a financiar los gastos preoperativos y algunos activos fijos.

Asimismo se considera dentro de este rubro la Participación patrimonial reservas legales, reservas de libre disposición y utilidades retenidas.

8.2 Evaluación empresarial

8.2.1 Evaluación económica

8.2.1.1 Consideraciones generales

El objetivo fundamental de la evaluación económica es determinar la rentabilidad del proyecto sin considerar las condiciones financieras de los prestamos utilizados para hacer frente a las inversiones necesarias.

8.2.1.2 Beneficios

Para la estructuración de los beneficios del flujo económico se ha considerado el siguiente rubro:

- Ingreso por Ventas

Los que están referidos a los beneficios provenientes de la venta del producto (aceite de higuerilla) cuya valoración fue determinada en el capítulo de costos e ingresos.

8.2.1.3 Costos

Los costos del flujo económico son los siguientes :

- Inversiones

Se han considerado las inversiones totales de acuerdo al cronograma programado.

Para este efecto de la evaluación económica se presentan las inversiones económicas.

- Costos del proceso

Es la suma de los costos operativos y los pagos por compra de materia prima para la producción del aceite de ricino.

No incluyen la depreciación, amortización de intangibles ni los gastos financieros.

8.2.1.4 Rentabilidad económica

Se determina en base al flujo que viene a ser la diferencia en beneficios menos costos año a año.

Los costos y beneficios del proyecto se actualizan al año 0 a diferentes tasas de descuento, habiéndose obtenido los valores actuales netos económicos (VAN). Asimismo se ha determinado la tasa interna de retorno económica (TIR) en 149% lo que se considera muy aceptable ya que el Costo de Oportunidad del Capital (COC), para el sector agroindustrial se estima alrededor del 10% y a esta tasa el VAN es positivo e igual a \$800,853 dólares .

8.2.2 Evaluación financiera

A los resultados del flujo económico se añade los gastos financieros, obteniéndose finalmente el flujo financiero se concluye que el proyecto es bueno financieramente; por obtener una TIR financiera de 258% vs. La TIR económica de 149%, lo que nos permite decidir financiar el proyecto a través de una institución financiera como la banca.

CAPITULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Generalidades

El aceite de Ricino es un aceite vegetal que posee propiedades físicas y químicas que lo diferencian de los demás aceites vegetales, de allí sus múltiples usos, en industria farmacéutica y en la industria en general.

El costo relativamente bajo de la semilla (especie: *chocolate - silvestre*) y el valor agregado que tiene dicho aceite hace posible tener un producto destinado para el Mercado Local, así como también para exportación, por lo que es muy consistente la idea de industrializar esta semilla oleaginosa.

Partir de estas premisas es muy importante, dado que el propósito del presente trabajo es contribuir al desarrollo agroindustrial del país. Hasta ahora no se han hecho esfuerzos por un cultivo planificado de la hiquerilla, a esta semilla se le conoce también como hiquereta, palmacríste, tástago catapucia, etc., siendo su nombre científico *Ricinus Communis Sanguineus*.

La planta diseñada necesitará el abastecimiento de Materia Prima de unas 180 - 200 Ha. Cultivadas de higuierilla, usando tierras que no son aptas para el cultivo de pan llevar.

El presente trabajo que hemos realizado; lo dejamos a consideración de todas las personas interesadas, esperando que sea de gran utilidad, dentro de un conjunto de proyectos agroindustriales, e interesar a posibles inversionistas nacionales o extranjeros y generar puestos de trabajo contribuyendo a la reactivación industrial y económica en nuestro país.

9.2 Objetivos

El objetivo principal del presente estudio es la industrialización de la semilla de higuierilla.

Incorporación de tierras de cultivo no aptas para cultivo de pan llevar.

Usos de aguas servidas para su riego, donde las aguas clarificadas servirán para el riego.

Producción de aceite de buena calidad y bajo precio destinado al mercado interno y externo, obteniendo divisas para la economía nacional.

Creación de puestos de trabajo y generación de otros servicios conexos.

Permitir que personas o instituciones interesadas en este trabajo, puedan desarrollar productos derivados de este aceite para la industria farmacéutica o industrial en general.

9.3 Resumen

La calidad del Aceite de Ricino obtenido es de grado USP por que cumple con las especificaciones de la USP XXIII (CENPROFARMA-UNMSM)

Este aceite está orientado para el uso en la industria farmacéutica, cosmética y acabados superficiales, plásticos, lubricantes y ceras.

El suministro de materia prima va ha estar garantizado poniendo en funcionamiento un proyecto de sembrío planificado de la higuierilla en las tierras eriazas en Chilca - Lima.

El diseño de la planta, que se presenta reúne las condiciones para la producción de otros tipos de aceites, como la jojoba, maní, aceite de oliva, girasol, algodón, entre otros similares.

Para las siguientes consideraciones económicas:

Costo Total de Equipo	US\$ 49,420
Inversión Total de Capital	97,780
Capital de Trabajo	15,693

Tenemos una producción de 381 TM/AÑO con un costo de producción de 955 US \$/TM y un precio de venta estimado a la fecha de 1500 US \$/TM; en el país existe un volumen de demanda entre 90 y 100 TM/AÑO; el exceso de la producción se exportaría.

9.4 Conclusiones

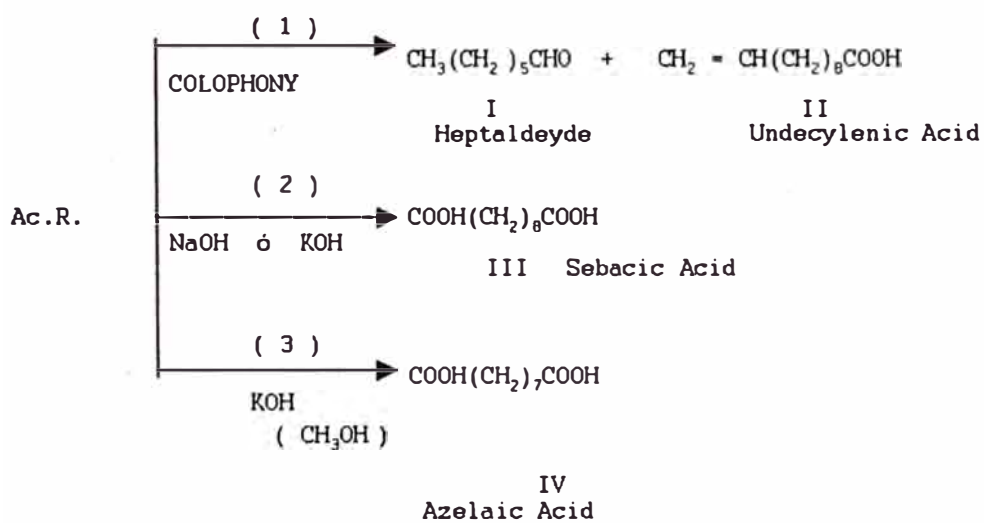
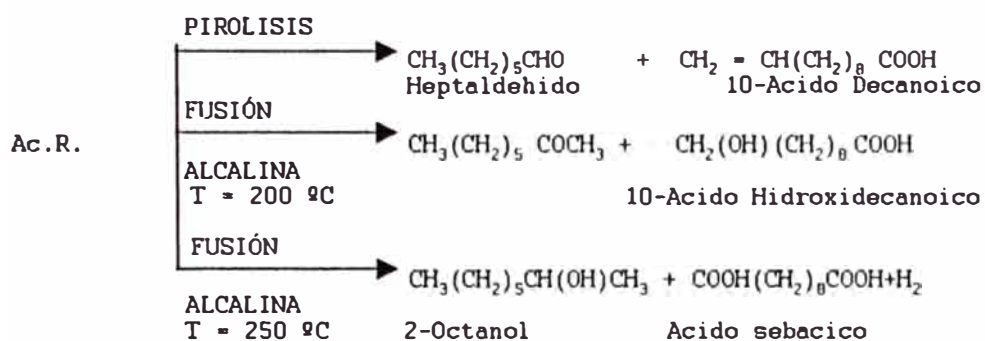
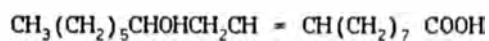
- ❖ La calidad del producto obtenido al final del proceso es de grado U.S.P.(Protocolo de análisis -CENPROFARMA- UNMSM).
- ❖ Las máquinas y equipos pueden ser usados para la extracción de otros tipos de aceites vegetales.
- ❖ El mercado local potencial para el aceite de higuierilla lo encontramos en la Industria farmacéutica, cosmética, lubricantes y de acabados superficiales.
- ❖ El mercado en la comunidad andina es Colombia con un consumo anual de aproximadamente 500 Ton.
- ❖ El proyecto es rentable puesto que en un año se estaría recuperando el Capital.

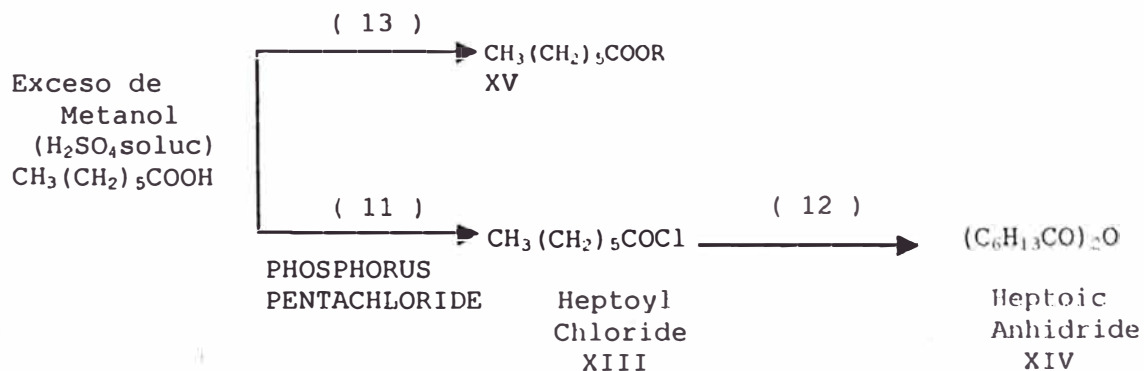
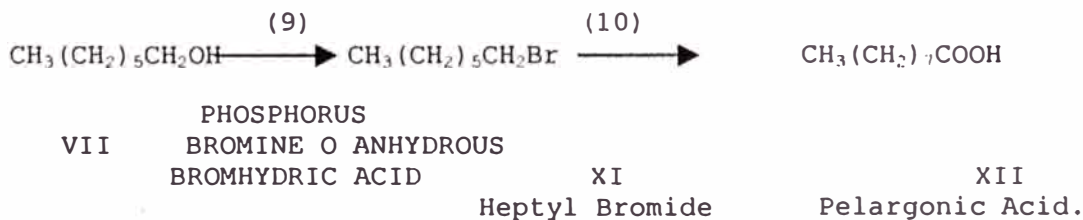
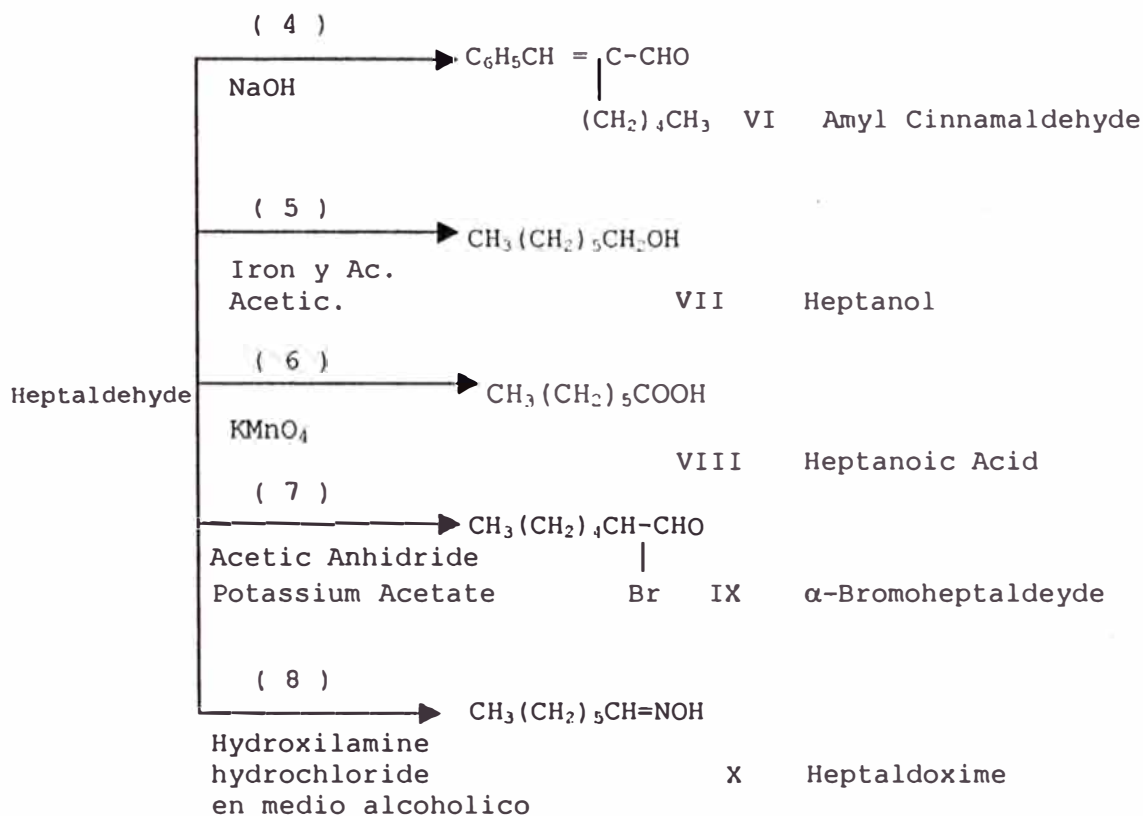
9.5 Recomendaciones

1. Desarrollar el cultivo planificado de la Higuierilla, que a la fecha no hay una siembra técnicamente orientada.
2. Utilizar las tierras eriazas para el cultivo de Higuierilla, como alternativa de uso de tierras sin cultivo.
3. Uso de aguas servidas para regadío de las plantaciones optimizando la disponibilidad de agua.
4. El uso de deshechos (cake, hojas, tallos) para la producción de humus, fomentando la lombricultura.

ANEXO 1

REACCIONES DEL ACEITE DE RICINO (Ac.R.)





ANEXO 2

OTROS USOS DEL ACEITE DE HIGUERILLA

1. Como tónico para el cabello.
2. Para la elaboración de pasta dentrífica a base de sulforicinoleato que no altera a la sustancia dentaría.
3. Se usa en oftalmología aplicada para aliviar los dolores por presencia de cuerpos extraños en el ojo.

USOS DEL ACEITE Y SEMILLA DE LA HIGUERILLA

Aceite de ricino.	Capas removibles.
Aceite lubricante para herramientas.	Ceras.
Aceite para condensadores.	Compuestos para alfarería.
Aceleradores de caucho.	Compuestos para calafateo.
Aditivos para motor.	Compuestos de caucho.
Aditivos para aceites de lubricación.	Compuestos dietéticos.
Adhesivos.	Compuestos para textiles.
Alcalis.	Compuestos de vinilo.
Bactericidas para bandas.	Cosméticos.
Betunes para calzado y revestimientos.	Crayones.
	Papel carbón.

ANEXO 3
METODOS DE ANALISIS DE IDENTIFICACION
DEL ACEITE DE RICINO

Índice de Yodo.

La determinación del índice de yodo en grasas que contienen enlaces dobles aislados, se basa en la absorción del halógeno bajo condiciones elegidas, que dan resultados estequiométricos. El índice de yodo es una medida de la no saturación de grasas y aceites, se expresa por el número de centímetros cúbicos de yodo absorbidos por un gramo de grasa (% de yodo absorbido).

Como agente de halogenación se emplea corrientemente el yodo, aunque los resultados se expresan en términos de yodo independientemente del halógeno o combinación de halógeno empleado. El procedimiento general implica la adición de un exceso de halógeno a la muestra, reducción de éste exceso con yoduro de potasio y, por último, valoración con solución tipo de tiosulfato, empleando almidón como indicador. Estas reacciones tienen lugar de acuerdo con las siguientes ecuaciones:



Es muy importante la pureza de los reactivos. Deben ajustarse a las especificaciones de la American Chemical Society, siendo dos criterios importantes la ausencia de sustancias consumidoras de yodo y ausencia de materia oxidable.

Método de Wijs

Para la solución de Wijs de monocloruro de yodo la A.O.C.S. recomienda la relación yodo/cloro de 1.2 - 1.0. Y para que pueda durar satisfactoriamente más de un año, hay que conservarlos en pequeñas botellas oscuras y solo abrirlas cuando se necesiten.

Preparación del reactivo de Wijs

Disolver 13 g de yodo en 1 litro de ácido acético glacial. Pudiera necesitarse calor suave para acelerar la disolución del yodo. Enfriar, separar una porción de 100 - 200 cc y valorar 25 cc. de ésta porción con tiosulfato sódico 0.1 N.

- Índice de Acidez

Se define como el número de miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos libres contenidos en 1 g de aceite.

La presencia natural de acidez libre en las grasas, es decir, de ácidos grasos no combinados, es el resultado de la hidrólisis de algunos de los triglicéridos, que se producen de acuerdo a la siguiente reacción:



El porcentaje de ácidos grasos libres, expresado como ácido oleico, es igual al índice de acidez dividido por 1,99. Esto se hace sobre la suposición que el peso molecular del ácido libre es igual al del ácido oleico.

Puesto que los ácidos grasos son ácidos débiles, es necesario emplear una base fuerte, tal como NaOH o KOH para su valoración. Así mismo, y por la misma razón, el punto de equivalencia estequiométrica, cuando se valoran con una base fuerte, estará en zona alcalina de neutralidad (pH=7). Por éstas razones, la acidez originada por los ácidos grasos libres, se valora con el hidróxido sódico en disolución alcohólica, empleando fenolftaleína como indicador.

La acidez de las grasas no pueden determinarse satisfactoriamente en solución acuosa debido a la insolubilidad en agua tanto de las grasas como de los ácidos grasos.

La mayor parte de los métodos normalizados especifican actualmente el empleo del alcohol etílico;

sin embargo, su empleo acarrea algunas desventajas.

Brevemente son las siguientes:

Los ácidos grasos libres son solubles en alcohol etílico, pero los triglicéridos no lo son; por lo tanto, la mezcla debe agitarse muy bien para asegurar la completa solubilidad de los ácidos grasos y una distribución uniforme del color del indicador.

El sistema de dos fases presenta incomodidades en la observación del punto final.

Aún cuando sea esencial una agitación vigorosa, es posible sobrepasarse, especialmente por la introducción de una excesiva cantidad de dióxido de carbono de la atmósfera, que produce una decoloración prematura del indicador fenolftaleína.

Para obtener los resultados más exactos, particularmente si la acidez es baja (debajo de 0,1), el cambio de color debe observarse en la capa superior o alcohólica, después de dejar reposar la muestra el tiempo suficiente para dar lugar a la separación.

Procedimiento

Las muestras deben mezclarse bien y estar completamente líquidas antes de pesarlos de acuerdo con las siguientes especificaciones:

Cantidad de muestra, alcohol y concentración de álcali requeridos para la determinación de ácidos grasos libres.

Ácidos libres	grasos Muestra		Alcohol cc	Álcali N
	%	g		
0,0 - 0,2	56,4	+/-0,2	50	0,1
0,2 - 1,0	28,2	+/-0,2	50	0,1
1,0 - 30,0	7,05	+/-0,05	75	0,25
30,0- 50,0	7,05	+/-0,05	100	0,25+
50,0- 100,0	3,525	+/-0,001	100	1,0

* Puede usarse N = 1,0

Pesar la cantidad designada de muestra en un matraz erlenmeyer. Añadir la cantidad determinada de alcohol caliente, neutralizado, y 2 cc de fenolftaleina (al 1% en alcohol de 95 %). El alcohol empleado es etílico de 95 %. Valorar con álcali agitando vigorosamente, hasta la aparición del primer color rosa permanente de la misma intensidad que la del alcohol neutralizado antes de la

adición de la muestra. El color debe persistir durante 30 segundos.

- Índice de saponificación

El índice de saponificación, llamado también índice de KOETTSDORFER, nombre del autor del método, es el número de miligramos de hidróxido de potasio que se requieren para neutralizar los ácidos libres y saponificar los ésteres contenidos en un gramo de grasa, aceite graso o volátil, cera, resina u otra sustancia de composición similar.

El método se basa en la reacción expresada por la siguiente ecuación:



El procedimiento general es calentar un exceso de hidróxido potásico alcohólico con un peso conocido de muestra hasta que la saponificación sea completa. El exceso de álcali se valora después con solución tipo de ácido y se calcula el índice de saponificación a partir de la cantidad de álcali que reacciona con la muestra.

La determinación del Índice de Saponificación es un medio para averiguar la presencia de glicéridos de los ácidos que contienen menos de 16 o más de 18 átomos de

carbono, puesto que el valor de ese índice es inversamente proporcional al promedio de los pesos moleculares de los ácidos presentes en la muestra.

Procedimiento

Si la muestra es clara, por regla general no necesita filtrarse. En caso contrario, la materia extraña se separará fácilmente filtrando a vacío. La muestra de aceite debe estar completamente seca. Pesar una cantidad tal de muestra (por lo general 4 - 5 g) que la valoración en retorno sea del 45-55 % del valor en blanco, es decir, debe haber un exceso de aproximadamente el 100 % de KOH. La muestra de aceite se debe introducir en el matraz, previamente pesado, mediante un cuenta gotas para evitar que algunas porciones queden adheridas al cuello del matraz, y se pesa éste de nuevo. Añadir 50 cc de álcali en solución alcohólica con una pipeta y dejar que ésta escurra durante un tiempo definido.

Preparar y realizar simultáneamente determinaciones en blanco, juntamente con la muestra y similar en todos los detalles.

Acoplar un condensador de aire, de por lo menos 650mm de longitud, hervir suave pero constantemente, hasta que la muestra esté completamente saponificada.

Esto por lo general, requiere unos 30 min. para muestras corrientes, pero es aconsejable una hora para asegurar que la reacción sea completa.

Si no se ha disuelto la totalidad de la muestra, es conveniente agitar el matraz cada 5 minutos durante el período de calentamiento.

Tener cuidado que los anillos de vapor no alcancen la parte alta del condensador para que no haya pérdidas de ésteres de bajo punto de ebullición.

Se emplea solución alcohólica de KOH de preferencia a la solución acuosa, por que los aceites son más solubles en alcohol que en agua y, además, porque los productos resultantes de la saponificación son completamente solubles en alcohol, mientras que si se emplean soluciones acuosas no se disuelve la materia insaponificable.

Cuando la saponificación ha concluido la mezcla debe ser clara y estar exenta de glóbulos de aceite.

Después de enfriar un tanto el matraz y el condensador, pero no lo suficiente como para que el contenido se gelatinice, lavar las partes internas del condensador con un poco de agua destilada. Separar el condensador, añadir cerca de 1cc del indicador (fenolftaleína al 1% en alcohol etílico) y valorará con

ácido clorhídrico 0,5 N hasta que justamente desaparezca el color rosa.

No se puede sustituir el ácido clorhídrico por el ácido sulfúrico, porque en la solución alcohólica precipitaría sulfato de potasio que dificultaría la observación del punto final.

La prueba en blanco debe efectuarse al mismo tiempo que el ensayo con la muestra, usando un matraz igual, hirviendo durante el mismo tiempo y en condiciones similares, excepto naturalmente que en esa prueba se suprime la adición de muestra. Esta prueba en blanco se lleva a cabo para eliminar, en lo posible, errores de cualquier origen como son por ejemplo, los debidos a la absorción de CO₂ o a la alcalinidad del vidrio.

Cálculo:

Indice de Saponificación= $28.5(A - B) / \text{Peso de la Muestra}$

Donde:

A= Gasto de HCl en cc. prueba en blanco

B= Gasto de HCl en cc. prueba con muestra.

Puesto que 1 cc. de HCl 0,5 N es equivalente a 1 cc. de KOH 0,5 N

Entonces $56,10 / (2 * 1,0) = 28,05$ g de KOH. Precisamente es el factor 28,05 que aparece en la fórmula.

Índice de refracción.

El índice refracción de las grasas es un dato de gran interés, por la estrecha relación que tiene con el peso molecular y con el grado de insaturación de que las sustancias y por la facilidad y rapidez con que puede ser determinado. Es una característica muy útil para clasificar rápidamente aceites de identidad desconocida para observar los progresos de una hidrogenación catalítica, se ha usado recientemente en lugar del índice de saponificación, para el análisis de mezclas binarias de ésteres de los ácidos grasos destilados. Es conocido como índice de refracción al grado de reflexión de un rayo de luz que pasa de un medio transparente a otro. Como la refracción que experimenta un rayo de luz que pasa de un medio transparente a otro. Como la refracción que experimenta un rayo luminoso al pasar por una sustancia grasa depende de la composición de la misma se ha conocido aparatos denominados refractómetros, para

determinar de este modo las características especiales de cada una de ellas.

Estos refractómetros consisten en esencia de dos prismas entre los cuales se coloca la materia grasa que se desea investigar. Esta, en forma líquida si es aceite y fundida si es manteca u otra grasa sólida se mantiene a una temperatura constante, mediante un dispositivo especial de calefacción, que consiste en unos tubos por donde circula agua, cuya temperatura se controla en todo momento por un termómetro del que va provisto el aparato.

Procedimiento:-

Derretir la muestra, a menos que sea líquida, y filtrar a través de papel filtro para eliminar cualquier impureza y las últimas trazas de humedad.

Ajustar la temperatura del refractómetro a la temperatura deseada, poner entonces varias gotas de la muestra en el prisma inferior. Juntar los prismas y ajustarlos firmemente con la cabeza del tornillo.

Dejar en reposo 1 ó 2 minutos o hasta que la temperatura alcance la temperatura del medio. Ajustar éste y la luz, de forma que se obtenga una lectura lo más

clara posible, y entonces determinar el índice de refracción.

Como manantial luminoso es preferible una lámpara de vapor de sodio, que proporcione una luz monocromática. Hacer varias lecturas y tomar el promedio.

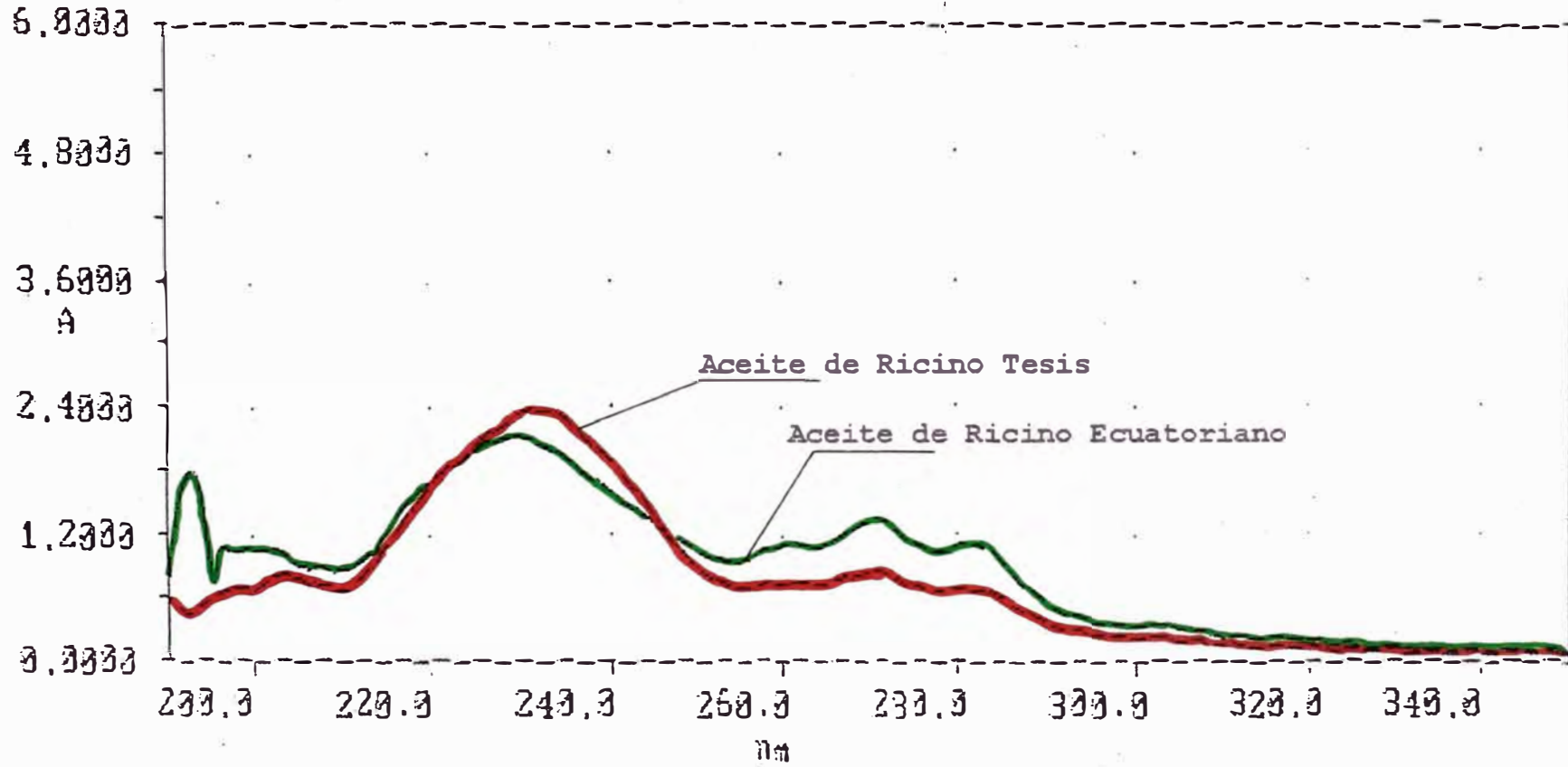
ANEXO 4

Del Espectro N° 2 de aceite de ricino ecuatoriano observamos que para una longitud de onda 230-240 nm le corresponde una absorbancia de 2.300.

Del Espectro N° 4 de aceite de ricino prensado en frío observamos que la muestra presenta un pico no muy definido entre 200 nm y 225 nm, esta desviación de la curva nos llevó a tratar el aceite con tierra decolorante que llevado nuevamente al espectrofotómetro y comparando las curvas entre el aceite de ricino ecuatoriano Espectro N° 2 y el aceite de ricino en estudio Espectro N° 1 tiene la misma tendencia que la curva de aceite de ricino ecuatoriano, hecho que verifica que la calidad del aceite obtenido es de grado USP.

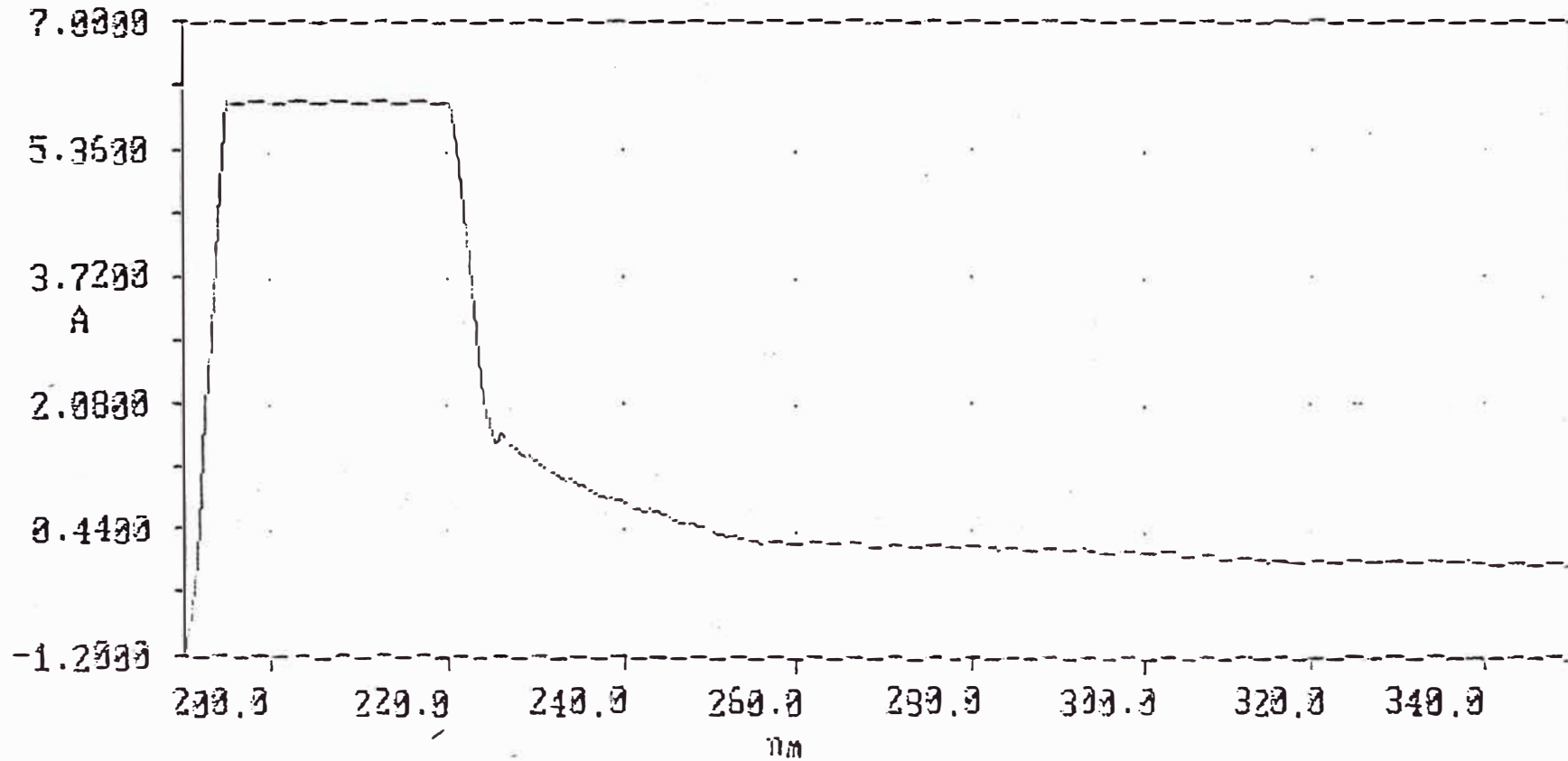
ESPECTRO 3

X: USER013; 350.0 - 190.0 nm; pts 801; int 0.20; ord 0.1195 - 2.1329 A
Inf: SCANES COMPARATIVOS ACEITE DE RICINO ECUATORIANO VERSUS TESIS



ESPECTRO 4

X: USER016; 350.0 - 190.0 nm; pts 801; int 0.20; ord -1.124 - 5.0000 A
Inf: SCAN DE ACEITE DE RICINO PENSADO EN FRIO EN VASELINA LIQUIDA 1/100



BIBLIOGRAFIA

- A.E. Bailey, cottones products, Intercience, pag. 42, 1948.
- Ayllón Leonardi, Pedro, Cultivo de higuierilla en el Perú, importancia y aplicaciones, Lima 1958 (base de datos ITINTEC)
- Bazán Segura Consuelo, Higuierilla en el Perú, sus posibilidades de cultivo (U.N.A.).
- Chemical Marketing Report, Rodrigo Calderón, Información &.
- David Ibarra, La Higuierilla, Editor Bartolme Trucco, 1943.
- Domínguez E. Sperson, Castor Oil as a Starting Material for laboratory.
- Donal G. Kern, Procesos de transferencia de calor, Cía. Editorial Continental 1984.
- E.R. Plunkett, Enciclopedia de toxicología industrial, pag. 456, Ediciones Urmo Remington, Farmacia, pag. 1099, 1767, Editorial medica panamericana s.a. 1987.
- FAO Yearbook Comercio Anuare.
- FAO Yearbook Production Anuare.

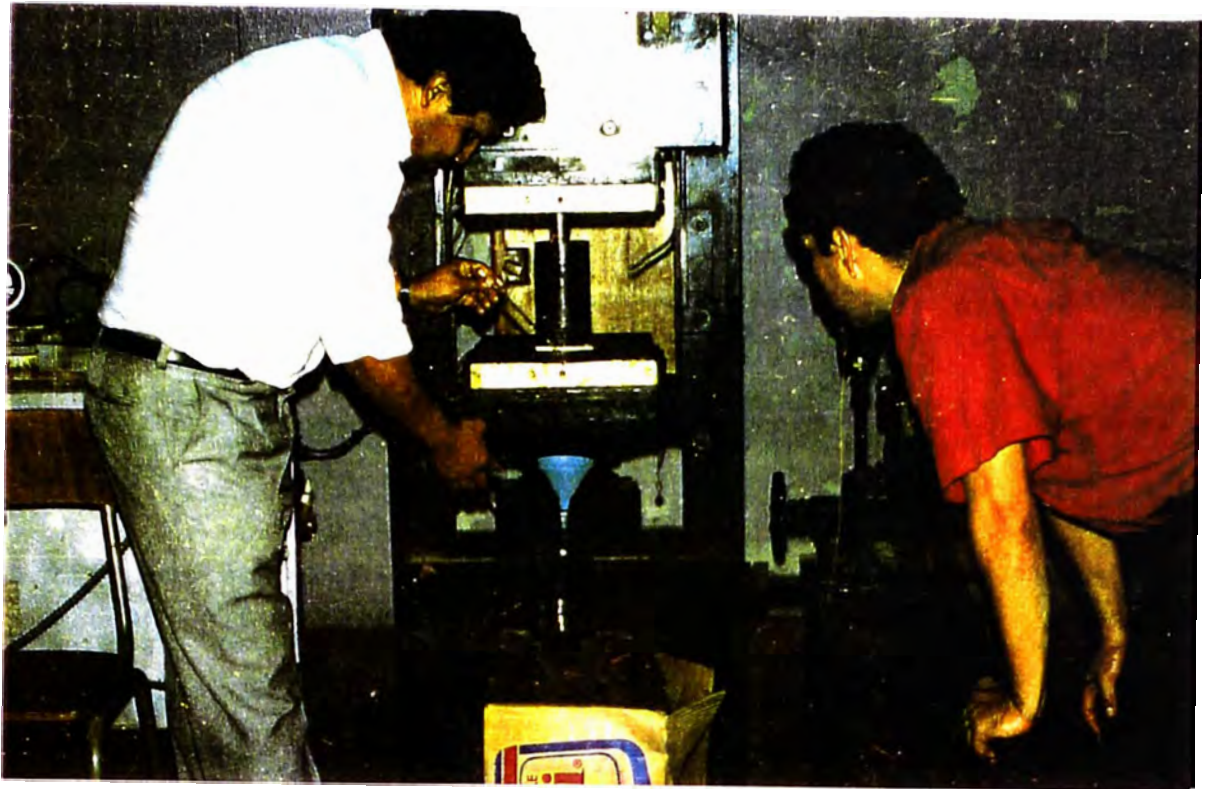
- Formoso Permuy Antonio, Procedimientos industriales, pag 1035, 13ª Edición.
- Gessner G. Hawley, Diccionario de Química y Productos Químicos.
- Hein Edgar, Cultivo de la Higuera Bol Extensión N° 2 SCIPA Min Agrc 1956.
- J.R. Barcelo, Diccionario terminológico de química, pag. 613,614, Editorial Alambra.
- Kirk, Raymond E., Othmer, Donald F., Enciclopedia de Tecnología Química, Edición New York: Wiley-Interscience Publication, 1979.
- Maurice A Strobe, Orígenes y control de la contaminación ambiental, pag. 385. Editorial Continental S.A. 1973.
- Max S. Peters, Diseño de plantas y su evaluación económica para ingenieros químicos, Editorial Géminis SRL. 1978.
- Producción y Elaboración del Aceite de Ricino, 1979, ONU para el Desarrollo de la Industria.
- Robert H. Perry, Manual del ingeniero químico, Edic. Mc. Graw Hill, 1982.
- V.C. Mehlenbacher, Enciclopedia de la química Industrial T-VI Editorial Urmo, 1985.



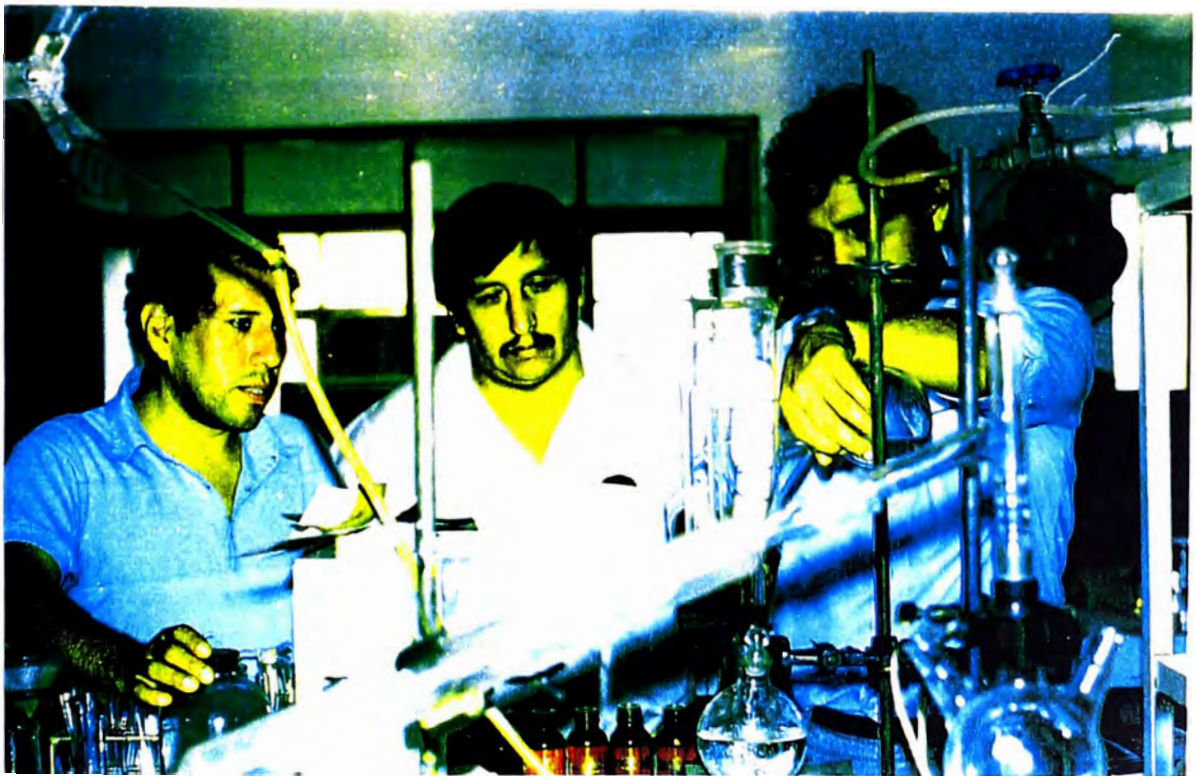
Arbusto e Hiquerilla en zona urbana
Fig. 8



sementes de Hiquerilla
Fig. 9



Extracción de Aceite de Higuera por prensado
Fig. 10



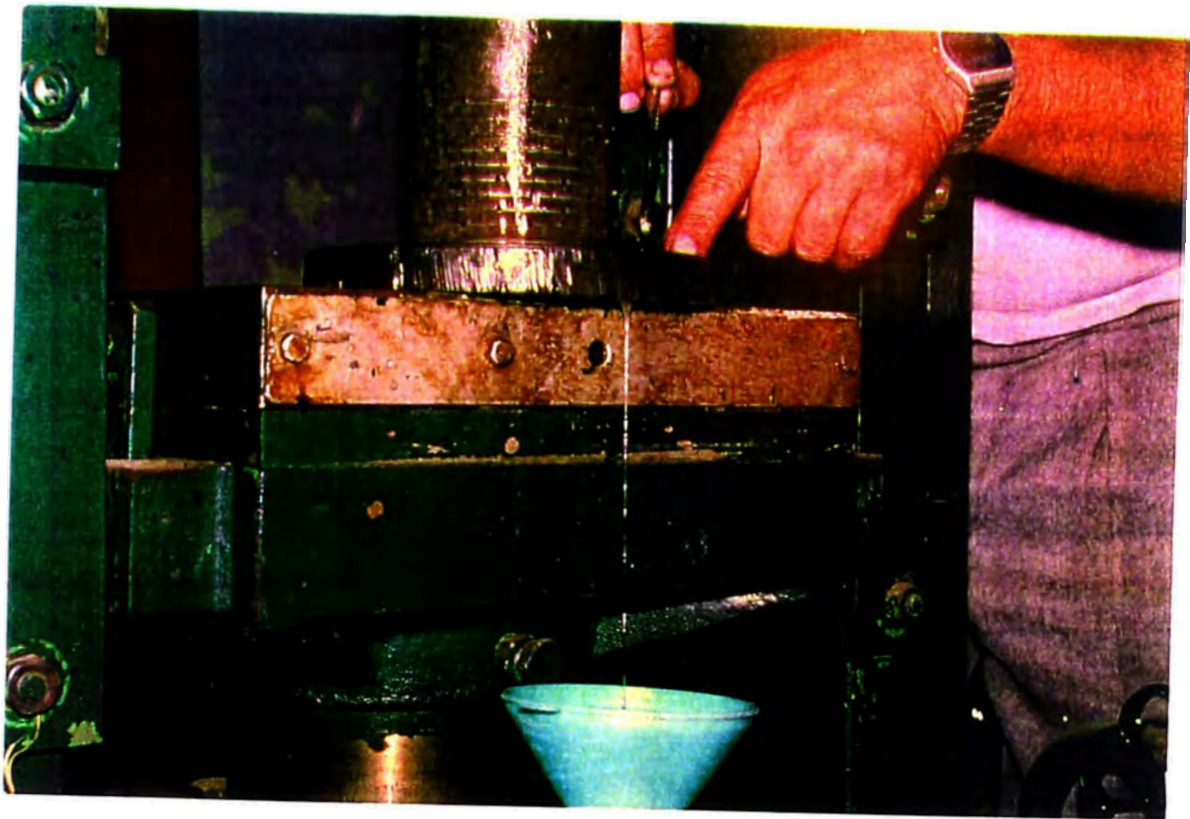
Extracción de Aceite de Higuera por s
Fig. 11



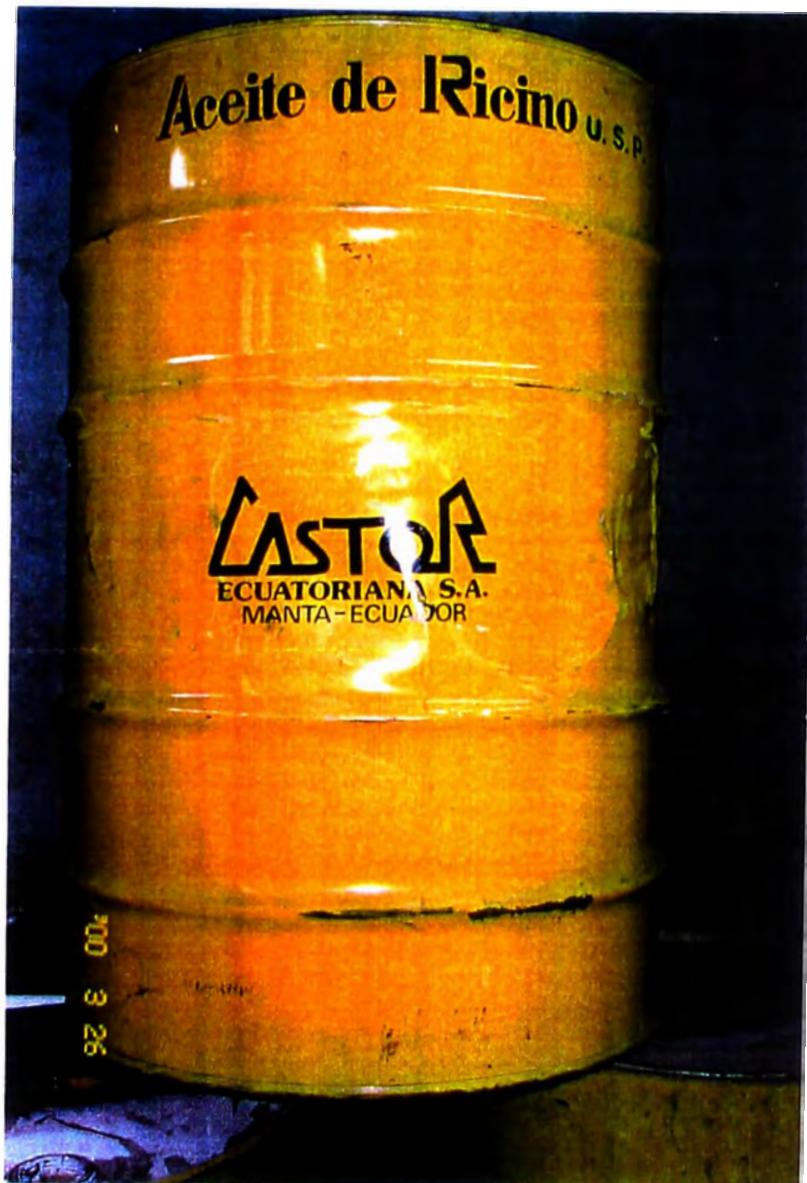
Aceite de Ricino USP
Fig. 12



Frensado de semillas de Higuierilla para obtener Aceite de Ricino
Fig. 13



Obtención de Aceite de Ricino por prensado
Fig. 14



Aceite de Ricino USP en cilindro de 200 Kg.

Fig. 15