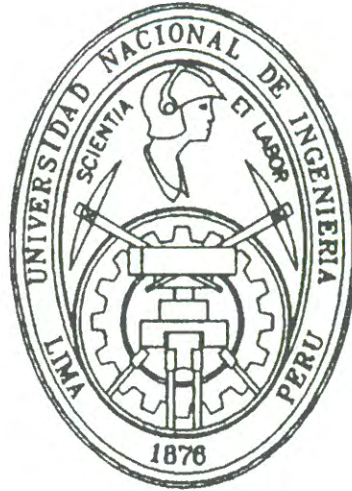


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y MANUFACTURERA**



**ESTUDIO TECNICO ECONOMICO PARA LA  
INVERSION EN UNA PLANTA PRODUCTORA  
DE ACEITE DE JOJOBA**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO QUIMICO**

**PRESENTADO POR**

**GINO JUAN CALAMO BLANCO**

**LIMA - PERU  
1998**

## **DEDICATORIA**

**A mis hijos Alonso y Bernardo,  
a mi esposa Norma,  
a mis padres Luis y Laura.**



## ÍNDICE

### TITULO: “ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA INVERSIÓN EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE ACEITE DE JOJOBA”

	Pag.
<b>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y MATERIA PRIMA</b>	<b>9</b>
2.1. PRODUCTO - EL ACEITE DE JOJOBA	9
2.1.1. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL ACEITE DE JOJOBA	10
2.1.2. CARACTERÍSTICAS	10
2.1.3. POSIBLE USOS	11
2.2. MATERIA PRIMA - LA PLANTA Y SEMILLA DE LA JOJOBA	11
2.2.1. LA PLANTA	11
2.2.2. LA SEMILLA	12
<b>CAPITULO III:ANÁLISIS DEL MERCADO</b>	<b>14</b>
3.1. MATERIA PRIMA	14
3.1.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	14
3.1.2. PRECIO DE LA SEMILLA DE JOJOBA	16
3.2. PRODUCTO FINAL	16
3.2.1. OFERTA INTERNACIONAL PROYECTADA	16
3.2.2. DEMANDA INTERNACIONAL ACTUAL	16
3.2.3. DEMANDA INTERNACIONAL PROYECTADA	17
3.2.4. PLANTA PRODUCTORA ACTUAL	17
3.2.5. PRECIO DEL ACEITE DE JOJOBA - MERCADO NACIONAL	18
3.2.6. PRECIO DEL ACEITE DE JOJOBA - MERCADO INTERNACIONAL	18
3.3. SUBPRODUCTOS	19
<b>CAPITULO IV: INGENIERÍA DEL PROYECTO</b>	<b>20</b>
4.1. ENSAYOS PRELIMINARES	20

4.2.	SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	20
4.3.	REQUERIMIENTO DE INSUMOS Y SERVICIOS	22
4.3.1.	RESUMEN	22
4.3.2.	BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA	22
	DIAGRAMA DEL PROCESO	23
4.4.	UNIDADES COMPLEMENTARIAS	24
4.5.	SELECCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS	24
	<b>CAPITULO V: LOCALIZACIÓN Y TAMAÑO DEL PROYECTO</b>	<b>27</b>
5.1.	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	27
5.2.	TAMAÑO DE LA PLANTA PROCESADORA	27
5.3.	DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL	28
	<b>CAPITULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO</b>	<b>29</b>
6.1.	PLAN DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS A TERCEROS	29
6.2.	ANÁLISIS DE INGRESOS Y EGRESOS	29
6.3.	ESTADOS FINANCIEROS PROYECTADOS	29
6.4.	RENTABILIDAD DEL PROYECTO	29
6.4.1.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	30
6.4.2.	RAZÓN CORRIENTE	30
6.4.3.	RELACIÓN VENTAS ACTIVO FIJO	30
6.4.4.	RETORNO SOBRE EL CAPITAL INVERTIDO	30
6.4.5.	RELACIÓN DEUDA/PATRIMONIO	31
6.4.6.	MARGEN BRUTO	31
6.4.7.	UTILIDADES NETAS (ANTES DE IMPUESTOS) A VENTAS	31
6.5.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	31
	<b>CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>37</b>
7.1.	CONCLUSIONES	37
7.2.	RECOMENDACIONES	38
	<b>CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>39</b>

<b>ANEXOS</b>	
<b>ANEXO I: MATERIA PRIMA</b>	<b>42</b>
1.1. DEL CULTIVO	42
<b>ANEXO II: ANÁLISIS DEL MERCADO</b>	<b>44</b>
2.1. PRECIO DE LA SEMILLA DE JOJOBA - MERCADO INTERNACIONAL	44
2.2. PRECIO PROMEDIO DEL ACEITE DE JOJOBA	45
2.3. DEMANDA INTERNACIONAL DE ACEITE DE JOJOBA POR SECTOR CONSUMIDOR	46
<b>ANEXO III : ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN</b>	<b>47</b>
3.1. RUBRO AGRÍCOLA	47
3.1.1. TERRENO	47
3.1.2. PREPARACIÓN DE TERRENOS	47
3.1.3. PERFORACIÓN DE POZOS Y ESTUDIOS GEOFÍSICOS	48
3.1.4. MOTORES Y BOMBAS	48
3.1.5. CONSTRUCCIÓN DE CANALES	49
3.1.6. VEHÍCULOS	49
3.2. PLANTA PRODUCTIVA	49
3.2.1. COSTO DE EQUIPOS	49
3.2.2. COSTO DE INSTALACIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL	51
3.2.3. MANTENIMIENTO DE LA PLANTA PRODUCTIVA	52
<b>ANEXO IV: INGRESOS TOTALES</b>	<b>53</b>
4.1. PRECIO DE VENTA DEL ACEITE Y TORTA	53
4.2. PRECIO POR LOS SERVICIOS DE PROCESAMIENTO	53
<b>ANEXO V: EVALUACIÓN DE COSTOS</b>	<b>55</b>
5.1. EVALUACIÓN DE COSTOS POR RUBROS	55
5.1.1. SEMILLAS	55
5.1.2. FERTILIZANTES Y PESTICIDAS	55
5.1.3. SOLVENTE	55
5.1.4. SUELDOS Y SALARIOS	56
5.1.5. IPSS, FONAVI	56



5.1.6. COMPENSACIÓN POR TIEMPO DE SERVICIOS (CTS)	56
5.1.7. COMBUSTIBLES	57
5.1.8. HERRAMIENTAS AGRÍCOLAS	57
5.1.9. DEPRECIACIÓN	57
5.1.10. SEGUROS	58
5.1.11. INTERESES	58
5.1.12. IMPUESTO A LA RENTA	58
5.1.13. COSTO ANUAL DE AGUA INDUSTRIAL Y DE USO PUBLICO	58
5.1.14. COSTO ANUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA	59
5.2. EVALUACIÓN DE LA CAJA MÍNIMA Y CAPITAL DE TRABAJO	59
<b>ANEXO VI: BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA</b>	60
6.1. EXTRACCIÓN MECÁNICA	60
6.1.1. SILOS	60
6.1.2. SECADOR	62
6.1.3. PRENSA	65
6.2. EXTRACCIÓN POR SOLVENTE	65
6.2.1. EXTRACTOR	66
6.2.2. RECUPERACIÓN DEL SOLVENTE	68
6.2.3. REQUERIMIENTO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO PARA CONDENSACIÓN DE HEXANO	70
6.2.4. REPOSICIÓN DE HEXANO	70
6.3. CALDERO	71
6.3.1. REQUERIMIENTO DE COMBUSTIBLE	71
6.4. ESPECIFICACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE HEXANO	71
6.5. ESPECIFICACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE CRUDO	72
6.6. INTERCAMBIADORES DE CALOR 1 Y 2	74
6.6.1. INTERCAMBIADOR DE CALOR 1	74

6.6.2. INTERCAMBIADOR DE CALOR 2	77
<b>ANEXO VII: CÁLCULOS</b>	79
7.1. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD CALORÍFICA DEL ACEITE DE JOJOBA A UNA TEMPERATURA T	79
7.2. CÁLCULO DE LA VISCOSIDAD DEL ACEITE DE JOJOBA A UNA TEMPERATURA T	79
7.3. DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA DE INGRESO DEL HEXANO AL EXTRACTOR POR SOLVENTE	80
7.4. CÁLCULO DEL COSTO ANUAL DE AGUA TOTAL	80
7.5. CÁLCULO DEL COSTO ANUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA	81
<b>ANEXO VIII: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD</b>	82
8.1. SENSIBILIDAD AL PRECIO DEL ACEITE	82
8.2. SENSIBILIDAD A LA INVERSIÓN	82
8.3. SENSIBILIDAD AL COSTO DE OPERACIÓN	82
8.4. SENSIBILIDAD AL AÑO DE INSTALACIÓN DE LA PLANTA	82
<b>OTROS</b>	
CASO BASE vs. SENSIBILIDAD	108
COSTO DE LOS EQUIPOS	112
ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE CAPITAL PARA LA INVERSIÓN EN LA PLANTA INDUSTRIAL	113
CARTA PSICOMÉTRICA	114
INFORMACIÓN DE PRECIOS OBTENIDA DE INTERNET	115



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Nuestro país posee grandes extensiones de zonas áridas las cuales no se pueden utilizar con fines agrícolas convencionales. La ausencia de agua en la Costa y el alto costo que significan las inversiones en proyectos de irrigación hacen más difícil aún el desarrollo de dichos cultivos. La jojoba, una planta silvestre, poco conocida en nuestro medio, ofrece grandes posibilidades para el desarrollo agrícola de nuestro país, permitiendo a los agricultores aprovechar las zonas áridas, la mano de obra disponible en diferentes localidades y mejorar sus ingresos.

Actualmente el área cultivada de jojoba en el Perú es aproximadamente 250 Has. en los valles costeros, proporción relativamente baja en comparación con otros países de Sud América donde se alcanzan niveles de 4000 Has. cultivadas, lo que les otorga mayores ingresos de divisas por la exportación del aceite de jojoba.

El presente trabajo no sólo persigue el propósito de ofrecer una alternativa a los agricultores, sino también se dirige a impulsar el desarrollo agro-industrial, mediante el procesamiento de la semilla cosechada para obtener el aceite de jojoba, un producto de mayor valor agregado muy cotizado a nivel internacional. Consideraremos el método de extracción por prensado conjuntamente con el método de extracción por solventes. Finalmente, se discutirán los resultados en base a un exhaustivo análisis económico, para establecer la factibilidad de la Instalación de una Planta extractiva de aceite de Jojoba.

Para efectos del presente trabajo todos los costos están referidos al año 1997 y la tasa de cambio utilizada es de 1 US\$ = 2.75 nuevos soles.

## CAPÍTULO II

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y MATERIA PRIMA

#### 2.1. PRODUCTO.- EL ACEITE DE JOJOBA.

Es una cera líquida que consiste esencialmente de una mezcla de monoésteres (C40 - C44), conteniendo una molécula de ácido graso mono-glicérico junto a una molécula de alcohol de cadena larga (C20-C22). Esta cera es un fluido claro amarillento y constituye en promedio 50% del peso de las semillas de la Jojoba. La molécula del aceite de Jojoba contiene 2 enlaces dobles y un grupo éster, estas 2 ubicaciones activas pueden dar lugar a un gran número de productos intermedios o finales (8).

Cabe aclarar que en este trabajo, estamos usando el término "Aceite de Jojoba", para identificar a la cera líquida extraída de la semilla de jojoba que en realidad es un éster.

#### COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE JOJOBA (2)

COMPUESTO	%
Ácidos saturados	1.46
Ácido Palmitoleico	0.24
Ácido Oleico	0.66
Ácido Eicosanoico	30.30
Ácido Doeicosanoico	14.20
Eicosenol	14.60
Doeicosenol	33.70
Hexaeicosenol	2.00
Total	100.00



### 2.1.1. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL ACEITE DE JOJOBA

Las propiedades físico-químicas más importantes que presenta el aceite de Jojoba se indican a continuación (2):

PROPIEDAD	VALOR
Gravedad Específica a 25/25°C	0.8644
Índice de Acidez	0.32
Índice de Iodo	81.70
Índice de Refracción a 20°C	1.4655
Índice de Saponificación	95.00
Punto de Ebullición a 757 mmHg bajo atmósfera de Nitrógeno.	398°C
Punto de Vaporización (°C)	338
Punto de congelamiento (°C)	11.0
Viscosidad a 5°C	35cp
Viscosidad a 100°C	27cp

### 2.1.2. CARACTERÍSTICAS

Las características más resaltantes de este aceite son:

- La más importante, es que no sufre daños debido al calentamiento repetido a altas temperaturas y su viscosidad no cambia al variar la temperatura.
- Posee alta resistencia a la oxidación, no produciéndose rancidez por lo que se le podrá almacenar por tiempo prolongado.
- Presenta alto contenido de ácidos grasos no saturados
- El aceite de Jojoba ofrece excelentes propiedades lubricantes.
- No tiene olor característico, ni requiere refinación para la mayoría de los usos industriales.

### 2.1.3. POSIBLES USOS

- El aceite de Jojoba puede emplearse como sustituto del aceite de esperma de ballena (animal en grave peligro de extinción), para lubricar maquinarias.
- El aceite de Jojoba hidrogenado es un excelente sustituto de la cera de carnauba, por cuanto presenta una mayor resistencia a la fricción.
- Otros usos del aceite de la Jojoba son como agente antiespumante en la fabricación de ciertos productos farmacéuticos, lubricantes de altas temperaturas y presiones, aditivos de aceite de motor, aceites de transmisiones, ceras, barnices, penicilinas, adhesivos, plásticos y aplicación en la industria de cosméticos (cremas humectantes, champú, bronceadores, repelentes de insectos, etc.). Sus aplicaciones están muy generalizadas en los mercados Norteamericanos, Europeos y también en el Japón.
- La hidrólisis del aceite de Jojoba produce grandes cantidades de alcohol erucílico que puede convertirse en surfactantes y detergentes.
- Por su bajo contenido de colesterol se puede usar para fines culinarios.
- Adicionalmente la torta u orujo que queda después de extraer el aceite de Jojoba podría usarse como alimento para el ganado. La torta de Jojoba contiene de 20 a 30 % de proteína. Sin embargo, antes de ser utilizada para dichos fines se requiere de un tratamiento especial para eliminar la enzima Simmondsina y sus derivados tóxicos (1).

## 2.2. MATERIA PRIMA.- LA PLANTA Y SEMILLA DE LA JOJOBA

### 2.2.1. LA PLANTA

La JOJOBA (*Simmondsia chinensis*) es un arbusto nativo de la zona desértica del sudoeste de los EE.UU. y el norte de México, que produce una nuez de la que se extrae una cera líquida de características muy similares a las del aceite de ballena. La planta, además, crece en suelos salinos y de fertilidad marginal, requiere muy poca agua, no necesita fertilización ni otros tratamientos químicos, al parecer en estado silvestre esta libre del ataque de enfermedades e insectos, las plantas adultas pueden soportar temperaturas de -9°C, en



cuanto a temperaturas altas resiste el calor y no parece sufrir efectos adversos en rendimiento y producción con temperaturas de hasta 49°C.

La Jojoba es un arbusto de copa redondeada de 2.5 m. de altura, pero en condiciones de mayor humedad puede alcanzar hasta 5 m. Este arbusto crece sin dificultad en suelos de diferentes texturas, con buen drenaje, prefiere altitudes que van desde 0 hasta 1500 msnm.

La planta tiene una raíz pivotante, que penetra hasta 15 m. de profundidad. En las proximidades de la siembra y antes de que emerja el tallo, la raíz alcanza 30 o 40 cm. de profundidad y hacia el año, más de 2 m.

Las plantas inician su producción desde los 4 años pero en volúmenes muy reducidos, lo normal es que alcance plena capacidad de producción entre los 8 y 10 años posteriores a la siembra. La vida esperada de las plantas de Jojoba es de 150 a 200 años.

La planta de la Jojoba ha llamado la atención como planta ornamental y para la conservación de suelos, pues permanece verde todo el año, no es venenosa, resiste la sequía, requiere poco cuidado, vive mucho tiempo y tiene sistema radicular profundo, por todo ello puede usarse en forma de setos a lo largo de carreteras o para formar cinturones verdes estabilizadores del suelo alrededor de ciudades.

### 2.2.2. LA SEMILLA

La planta de Jojoba produce un fruto que es una semilla de tamaño variable, generalmente 1.5 a 2.0 cm de longitud y 0.9 a 1.0 cm. de ancho y un peso de 700 a 1,000 mg. en cuyo contenido se encuentra el aceite. Mediante un proceso de extracción mecánica y extracción por solvente, se obtiene el aceite de Jojoba.



Al momento de la cosecha, la semilla de jojoba presenta una humedad del orden del 26% en peso.

Cada kilo de semilla produce aproximadamente medio kilo de aceite, quedando unos 500 gramos de residuos, con alto contenido proteico, utilizado para la alimentación del ganado.

La información referencial presenta la siguiente composición para la semilla de jojoba, en base a la semilla seca (2):

#### COMPOSICIÓN DE LA SEMILLA DE JOJOBA SECA

COMPOSICIÓN	% en Peso
Aceite (extraído con hexano)	48.0
Proteínas	15.9
Fibra cruda	28.4
Cenizas	1.6
Simmondsina	3.0
Humedad intersticial	3.1
Total	100.0

## CAPÍTULO III

### ANÁLISIS DEL MERCADO.

#### 3.1. MATERIA PRIMA

##### 3.1.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

En el Perú existen aproximadamente 250 hectáreas cultivadas de Jojoba, distribuidas como sigue (7):

#### DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

UBICACIÓN	CULTIVOS (Has.)
Ica	100
Tablada de Lurín	50
Tacna	25
Huacho	20
Puente de Piedra	5
Otros : Chiclayo, Cañete, Arequipa	50

En América del Sur, Paraguay cuenta con aproximadamente 4,000 Has. cultivadas; Brasil con 3,500 Has.; Argentina 3,000 Has.; Bolivia 800 Has. y Chile 500 Has.

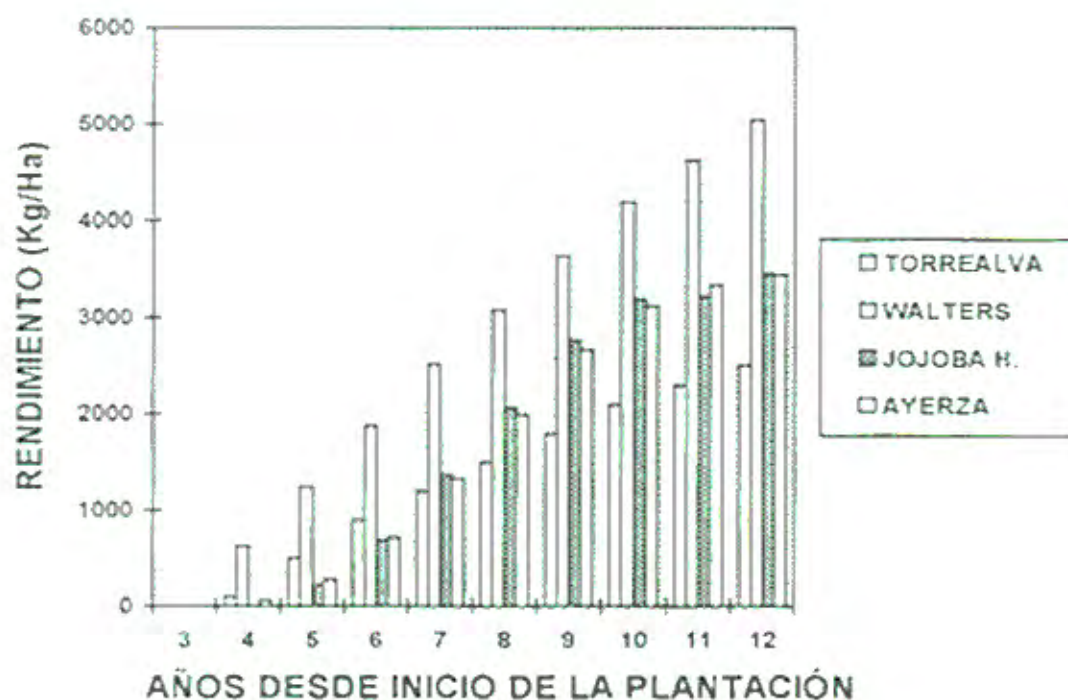
A nivel mundial, las plantaciones comerciales existentes son muy recientes, ninguna tiene más de diez años, existiendo aproximadamente 35,000 Has. cultivadas de jojoba que cubren un 10% de la demanda mundial de los próximos diez años.

El rendimiento de semilla de jojoba por cada hectárea cultivada varía de año a año, a continuación se muestran algunos datos encontrados por diferentes investigadores :

ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTOS DE SEMILLA DE JOJOBA (Kg./Ha) (3)

AÑOS	TORREALVA	WALTERS et. al.	JOJOBA HAPPENINGS	AYERZA (9)
3	0	0	0	0
4	100	630	0	57
5	500	1255	230	279
6	900	1880	690	723
7	1200	2520	1380	1332
8	1500	3080	2070	1998
9	1800	3640	2760	2667
10	2100	4200	3190	3111
11	2300	4620	3220	3336
12	2500	5040	3450	3447

RENDIMIENTO DE LA SEMILLA DE JOJOBA  
SEGUN VARIOS INVESTIGADORES





### 3.1.2. PRECIO DE LA SEMILLA DE JOJOBA

En el anexo 2.1, se muestra la variación del precio de la semilla de Jojoba. Para el presente proyecto usaremos el valor de US\$ 3.30/Kg., correspondiente al año 1,997 .

### 3.2. PRODUCTO FINAL

De la semilla de la jojoba se obtiene una cera líquida de condiciones similares al aceite de esperma de ballena, lo que la convierte en un producto altamente cotizado. A raíz de la decisión del gobierno de U.S.A. en 1970, de proteger ocho especies animales en peligro de extinción, entre ellos la ballena o cachalote, obligó a la búsqueda de sustitutos del aceite extraído del esperma de este animal y permitió descubrir la variada aplicación del aceite extraído de la semilla de la jojoba.

#### 3.2.1. OFERTA INTERNACIONAL PROYECTADA

La totalidad del mercado internacional del aceite de jojoba se ha estimado entre 45,000 y 64,000 TM a precios que varían entre US\$ 4,000 y 6,000 por TM de aceite. Estos estudios, generalmente predicen una utilización virtual en (12):

#### PRINCIPALES APLICACIONES

RUBRO	USO (%)
Cosmetología	23
Farmacia	22
Lubricantes	18
Reemplazo de ceras	17
Otros usos : tintas, pinturas, etc.	20

#### 3.2.2. DEMANDA INTERNACIONAL ACTUAL

El Aceite de jojoba se ha venido utilizando en los últimos años, en los siguientes sectores:

**DEMANDA INTERNACIONAL**  
**DE ACEITE DE JOJOBA POR SECTOR CONSUMIDOR (TM/AÑO) (11)**

AÑO	COSMÉTICOS	FARMACIA	LUBRICANTES	CERAS	OTROS	TOTAL
81-82	700	---	---	---	50	750
83-85	4000	800	---	---	200	5000
86-88	8000	8000	---	---	4000	20000
89-91	10000	12000	5000	5000	13000	45000
92-95	15000	14000	12000	11000	13000	65000

### 3.2.3. DEMANDA INTERNACIONAL PROYECTADA (12)

El pronóstico de la demanda de aceite de Jojoba en el mercado internacional para los próximos años es creciente, y para la década del 2000 - 2010 se espera llegar a las 75,000 Toneladas al año. En vista que la producción actual es del orden de las 55,000 Toneladas al año, se concluye que existe suficiente demanda para colocar la producción esperada por nuestro proyecto, específicamente en el mercado internacional.

Se pueden requerir volúmenes significativamente grandes de aceite de jojoba para nuevas aplicaciones industriales examinadas en los últimos años. Como ejemplo, si eventualmente se probara que es inocuo el empleo de aceite de jojoba como sustituto de bajas calorías en componentes de aceite vegetal, en grasas para freír, margarinas, aderezos para ensaladas y alimentos semejantes, podría resultar en la utilización de más de 40,000 toneladas al año.

### 3.2.4. PLANTA PRODUCTORA ACTUAL

En la actualidad no existen en nuestro país plantas procesadoras de aceite de Jojoba de tipo comercial, aunque se pueden utilizar las plantas de



procesamiento de aceite de algodón y soya que emplean el proceso convencional de extracción por prensado y solventes.

La capacidad de producción de la más pequeña de estas plantas es del orden de las 50 TM/día de semillas. Si comparamos ésta con el total de procesamiento de nuestro proyecto en el año pico (860 TM/año) nos resulta sumamente grande, pues equivale a 17 días de producción de la planta más pequeña disponible en el mercado. Por este motivo el diseño que se propone en este proyecto es para una planta piloto, utilizando los equipos disponibles en el medio local que se adecuen al proceso.

### 3.2.5. PRECIO DEL ACEITE DE JOJOBA.- MERCADO NACIONAL

El aceite de Jojoba para uso en el mercado local se viene cotizando a razón de US\$ 12.00/Kg. principalmente utilizándolo como ingrediente de un conocido jabón facial (19).

### 3.2.6. PRECIO DEL ACEITE DE JOJOBA - MERCADO INTERNACIONAL

El precio del aceite de Jojoba en el mercado internacional ha venido sufriendo un comportamiento muy errático, dependiendo principalmente de la habilidad de los productores para mantener suficiente cantidad de producto para abastecer el mercado en forma continua y de las existencias de los compradores.

Es importante destacar lo mencionado por Brown y Dyer (11), en el sentido que el precio de equilibrio para el aceite de Jojoba en el mercado internacional debe estar en el orden de los US\$ 5,000 por tonelada. Con este precio se desplazaría algunas materias primas como el escualeno que es de amplia utilización en el mercado cosmético de los países del lejano oriente (Japón, Korea, Taiwan, etc.) con una demanda que sobrepasa los 3,000 Toneladas al año en esa región. El precio del escualeno en el mercado japonés es del orden de los US\$ 14,000/TM. Este precio incluye los altos costos de

investigación, desarrollo y aprobación de normas gubernamentales para su uso en cosmética humana (16).

### **3.3. SUBPRODUCTOS**

Como subproducto se obtiene la torta u orujo, que después de un proceso de destoxificación puede ser utilizada para el consumo de animales (1).

El precio de la torta se ha calculado al mismo precio de la harina de soya y la harina de pescado, esto es US\$ 110 por tonelada.



## CAPÍTULO IV

### INGENIERÍA DEL PROYECTO

#### 4.1. ENSAYOS PRELIMINARES

En el presente Proyecto tomaremos como referencia los siguientes valores experimentales (2):

-Humedad óptima de extracción	:	6%	
-Aceite extraído por prensado	:	83.00%	(Del aceite total)
-Aceite residual en la torta*	:	17.00%	
(para extraer por solvente)			
-Aceite recuperado (ext. Solvente)	:	15.33%	
-Aceite residual en la torta	:	1.67%	
-Requerimiento de hexano	:	126 .00 gr. de hexano / 6.916 gr.	
		aceite contenido en la torta*	

#### 4.2. SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

La extracción del aceite puede realizarse en forma mecánica o a través del uso de solventes químicos, pudiendo adaptarse incluso maquinaria empleada para extraer aceites de semillas de algodón, soya, etc. El empleo de solventes aumenta la eficiencia de extracción y debe tomarse en cuenta cuando la cantidad de aceite que no ha podido ser extraída por prensado es considerable.

Basándonos en los valores experimentales es necesario que consideremos ambos procesos: extracción por prensado y extracción por solvente dada la cantidad de aceite retenida en la torta (17%), luego de la extracción mecánica.

#### CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO PRODUCTIVO.

Las semillas luego de ser pesadas y limpiadas son molidas en un molino de rodillos y posteriormente acondicionadas en un secador en el cual se reduce la

humedad hasta el 6% (2), desde un valor inicial de 26%; a la vez que se calientan, favoreciendo la agrupación de los componentes grasos de la semilla y facilitando su liberación. Seguidamente esta semilla es triturada con el fin de incrementar el área de transferencia y ayudar la salida del aceite desde el interior de la semilla cuando se realice la expresión en el filtro prensa continua, donde se extrae la mayor cantidad de aceite (83% del contenido total del aceite). Durante el prensado se alcanza una temperatura de 120°C, eliminando por completo la humedad presente. La torta resultante contiene 17% del aceite, el cual debe ser recuperado mediante extracción por el solvente seleccionado, que en este caso es el hexano (Ver anexo 6.2).

En el extractor por solvente se logra extraer el 15.33% del aceite por acción del hexano industrial, formándose la miscela (mezcla de hexano con el aceite). La miscela pasa posteriormente a una columna de destilación para separar el solvente, del aceite de jojoba mediante un calentamiento indirecto.

La masa residual que se obtiene del extractor, contiene la torta en conjunto con una cantidad de solvente; para separarlos se pasa esta masa a través de un secador indirecto de platos, de los cuales se recupera la torta que es finalmente comercializada como alimento de ganado, con un contenido residual de 1.67% del aceite.

El solvente separado de la miscela, en la columna de destilación, es posteriormente condensado con 7.295 Kg./h de agua a 25°C, mediante un condensador; este flujo de hexano que se encuentra a 69°C es aprovechado como fluido de calentamiento en el Intercambiador 2, para calentar hasta 62°C los 500Kg/h de hexano que se alimentarán al extractor por solvente. Finalmente será bombeado al tanque de almacenamiento.

El aceite crudo que se obtiene a la salida de la prensa, se encuentra a 120°C y se le aprovecha como fluido caliente en el Intercambiador 1, para un primer calentamiento del hexano que se alimentará al extractor por solvente (47°C).



Consecuentemente el aceite de jojoba es enfriado hasta 35°C, siendo así bombeado hacia un tanque de almacenamiento de donde se comercializa a granel.

#### 4.3. REQUERIMIENTO DE INSUMOS Y SERVICIOS

A continuación se muestra el cuadro de insumos y servicios obtenido mediante el balance de materia y energía

##### 4.3.1. RESUMEN DE LOS REQUERIMIENTOS DE INSUMOS Y SERVICIOS

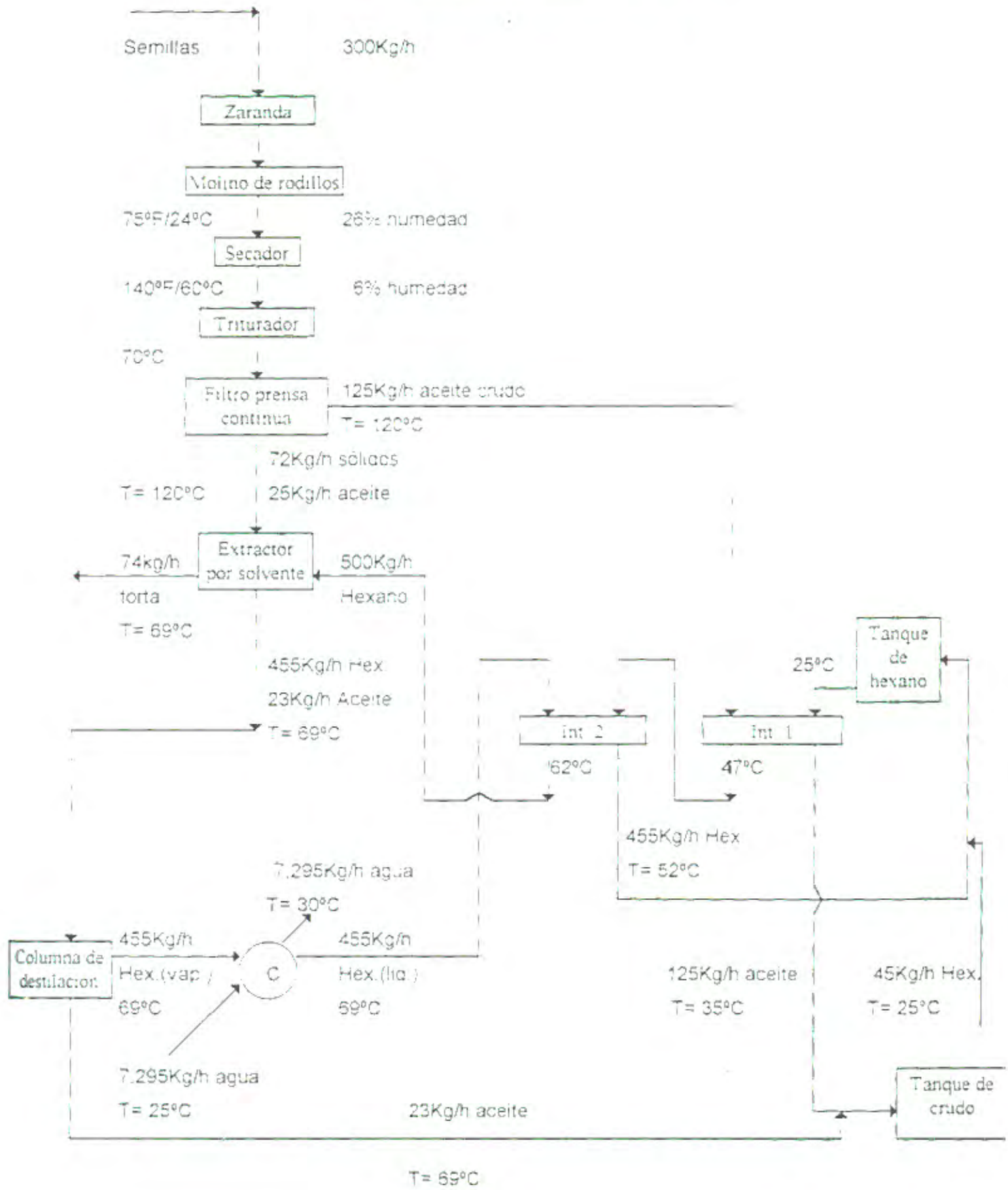
INSUMO	UTILIZACIÓN
Semillas de jojoba	300 Kg./h semilla procesada
Agua	25 m <sup>3</sup> /TM semilla procesada
Energía eléctrica	62 Kw-h/TM semilla procesada
Solvente	1,667 Kg./TM semilla procesada
Vapor	1,667 lb vapor sat./TM semilla procesada
Combustible	10.5 gal/TM semilla procesada

##### 4.3.2. BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

Ver cuadro en la página 26.



## DIAGRAMA DEL PROCESO



#### 4.4. UNIDADES COMPLEMENTARIAS

EQUIPO	PRODUCE	PRESIÓN
Caldera (Incluye equipo de tratamiento de agua)	500 lb/h vapor sat. 476,500 BTU/h	10 psig

#### 4.5. SELECCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS

Todos los equipos se seleccionarán y especificarán con material de acero al carbono



## SELECCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO
Silo (Semillas) [1] Silo (Torta) [2]	Ambos silos de base cuadrada y fondo cónico [1] $V= 35 \text{ m}^3$ , $L= 2.3 \text{ m}$ , $H= 7 \text{ m}$ [2] $V= 8.4 \text{ m}^3$ , $L= 1.4 \text{ m}$ , $H= 4.3 \text{ m}$
Molino de rodillos	Capacidad= 0.3 TWh Tamaño de partícula: entrada 10 mm salida 0.1 mm
Secador	Secador cilíndrico a contracorriente, con aire del ambiente precalentado
Prensa	Capacidad= 20TM/día Potencia= 10HP
Extractor por solvente	Extractor vertical Capacidad: 72 Kg./h Sólidos / 25 Kg./h Aceite 500 Kg./h Hexano
Intercambiador 1	De casco y tubos Área de transferencia= 14 ft <sup>2</sup> N° tubos= 6, $\phi_{\text{nom}}= 1 \text{ pulg.}$ , $L= 8 \text{ ft}$ , $\phi_{\text{casco}}= 5 \text{ pulg.}$ , arreglo en paso cuadrado 1 ¼ pulg
Intercambiador 2	De casco y tubos Área de transferencia= 40 ft <sup>2</sup> N° tubos= 15, $\phi_{\text{nom}}= 1 \text{ pulg.}$ , $L= 8\text{ft}$ , $\phi_{\text{casco}}= 8 \text{ pulg.}$ , arreglo en paso cuadrado 1 ¼ pulg
Columna de destilación (Incluye condensador)	$H= 15 \text{ ft}$ $\phi= 3 \text{ ft}$
Tanque de almacén (Hexano)	Tanque horizontal $V= 4,200 \text{ gal}$ , $H= 1.2 \text{ m}$ , $L= 14 \text{ m}$
Tanque de almacén (Aceite)	Tanque vertical $V= 6,000 \text{ gal}$ , $H= 3 \text{ m}$ , $L= 3 \text{ m}$

## BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

EQUIPO	ENTRADA	SALIDA	TEMPERATURA DE OPERACIÓN	PRESION
Zaranda	300Kg/h semilla	300Kg/h semilla	ambiente	atmosférica
Molino de rodillos	300Kg/h semilla	300Kg/h semilla	ambiente	atmosférica
Secador	300Kg/h 26% humedad	300Kg/h 6% humedad	Entrada: 24°C Salida : 60°C	atmosférica
Prensa	236Kg/h semilla 6% de humedad	125Kg/h aceite 97Kg/h torta 14Kg/h H <sub>2</sub> O evap.	120°C	atmosférica
Consumo de Energia: 10 HP ó 0.21 KW-hr/Kg semilla				
Extractor	[1]97 Kg/h torta [2]500Kg/h hexano	[3]74Kg/h torta [4]478Kg/h miscela (45Kg/h hexano)	[1]120°C, [3]69°C [2]62°C, [4]69°C	atmosférica
Consumo de Energia: 2 HP ó 0.015 KW-hr/Kg torta				
Columna de destilación	[1]478Kg/h miscela	[2]455Kg/h hexano [3]23Kg/h aceite	[1]69°C, [2]69°C [3]69°C	atmosférica
Condensador	[1]455Kg/h hexano (vapor) [2]7.3m <sup>3</sup> /h H <sub>2</sub> O	[3]455Kg/h hexano (liquido) [4]7.3m <sup>3</sup> /h H <sub>2</sub> O	[1]69°C, [3]69°C [2]25°C, [4]30°C	atmosférica
Intercambiador1	Tubos			atmosférica
	[1]500Kg/h hexano	[3]500Kg/h hexano	[1]25°C, [3]47°C	
	Casco			atmosférica
	[2]125Kg/h aceite	[4]125Kg/h aceite	[2]120°C, [4]35°C	
Intercambiador2	Tubos			atmosférica
	[1]500Kg/h hexano	[3]500Kg/h hexano	[1]47°C, [3]62°C	
	Casco			atmosférica
	[2]455Kg/h aceite	[4]455Kg/h aceite	[2]69°C, [4]52°C	
Tanque de hexano	[1]Del proceso 455Kg/h [2]De reposición 45Kg/h	[3]Al proceso 500Kg/h	[1]52°C, [3]25°C [2]25°C	atmosférica
Tanque de aceite crudo	125Kg/h		35°C	atmosférica



## **CAPÍTULO V**

### **LOCALIZACIÓN Y TAMAÑO DEL PROYECTO**

#### **5.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

Para efectos de la ubicación de la plantación se debe tener en cuenta las recomendaciones de los especialistas para el normal desarrollo de las plantas. Por la experiencia y mayor concentración de cultivos en nuestro país, se recomiendan las zonas de Ica, Pisco, Chincha o Nazca para el desarrollo de los cultivos; no siendo el terreno en sí el elemento decisivo más importante sino la ubicación de la planta industrial.

Con el objeto de facilitar la decisión sobre la ubicación de la planta industrial, se toman los siguientes factores como base para decidir y se comparan entre las diferentes zonas escogidas : disponibilidad de materia prima de terceros (servicio de procesamiento), mercado (como facilidad para exportar), disponibilidad de energía, clima, transporte (fletes), disponibilidad de agua, eliminación de desechos, disponibilidad de mano de obra, restricciones legales, beneficios tributarios, características geográficas, riesgo de inundaciones o desastres, factores de la comunidad; entre otros.

Los factores antes mencionados se evalúan sobre una base racional de costos de los mismos; para el presente proyecto la planta de procesamiento estará ubicada en la ciudad de Pisco al sur de Lima, donde adicionalmente se tiene la ventaja de contar con un puerto (desde allí se podría embarcar la producción que se venda al mercado internacional). Finalmente, el terreno para el cultivo de la jojoba debe ubicarse en la misma zona.

#### **5.2. TAMAÑO DE LA PLANTA PROCESADORA.**

El tamaño de planta considerado está definido para poder procesar la producción de hasta 250 hectáreas de plantación de jojoba y que de acuerdo a los rendimientos esperados por planta ascienden a 2.8 toneladas diarias en etapa de mayor producción. Para efectos del presente trabajo se considera



que la planta procesadora trabaja 8 horas al día, es decir un turno. Debido a las restricciones existentes en el tamaño de los equipos, no es posible reducirlos para trabajar dos ó tres turnos. Por lo tanto, se deja holgura en el número de turnos para aumentarlos cuando incrementa la disponibilidad de materia prima.

La planta procesadora iniciará su funcionamiento durante los primeros años con la producción para terceros, la que paulatinamente será compensada con la producción del proyecto.

El hecho de tener una planta de procesamiento de aceite de jojoba motivará a los agricultores para que se inicien en el cultivo de la jojoba, e influenciar a los que poseen cultivos en la actualidad a aumentar el tamaño de sus plantaciones.

### 5.3. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL.

De acuerdo con la cantidad de operarios considerados para la planta industrial y en función a los volúmenes de materiales a manejar, el requerimiento de área total para la planta será de 1,000 m<sup>2</sup>. La distribución de la planta se ha efectuado en función al flujo de materiales dentro de la misma y de acuerdo al proceso operativo, de la siguiente manera:

#### DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DENTRO DE LA PLANTA (17), (20)

SECCIÓN DE LA PLANTA	ÁREA (m <sup>2</sup> )
1. Depósito para materia prima	175
2. Planta Industrial	250
3. Depósito de productos terminados	150
4. Oficinas y comedor	125
5. Servicios higiénicos	30
6. Laboratorio	12
7. Áreas libres (circulación y parqueo)	258
<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>1,000</b>



## **CAPÍTULO VI**

### **EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO**

#### **6.1. PLAN DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS A TERCEROS**

**(Cuadro N°1-Caso Base)**

El cuadro N°1 muestra la producción de semillas de jojoba durante toda la vida del proyecto. También se indican los ingresos del proyecto tanto por la venta de aceite y torta, como del servicio de procesamiento a terceros.

#### **6.2. ANÁLISIS DE INGRESOS Y EGRESOS**

**(Cuadro N°2-Caso Base)**

De los datos básicos del presente trabajo, enunciados en el Anexo III (Estimación de la Inversión), Anexo IV (Ingresos Totales) y Anexo V (Evaluación de Costos), se desprende el cuadro N°2, donde se muestran las diferentes partidas ordenadas de acuerdo a : Inversión, Costos de Operación e Ingresos Totales.

El saldo final del Cuadro N°2 sirve de base para efectuar el análisis del Punto de Equilibrio, Valor Presente Neto (VAN) Económico y la Tasa Interna de Retorno (TIR)

#### **6.3. ESTADOS FINANCIEROS PROYECTADOS**

**(Cuadro N°3-Caso Base)**

Con el objeto de mostrar el comportamiento del proyecto, se muestran las siguientes tablas:

Tabla XII	Estado de Pérdidas y Ganancias
Tabla XIII	Balance General
Tabla XIV	Indicadores Financieros

#### **6.4. RENTABILIDAD DEL PROYECTO**

#### **6.4.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA.**

Para el cálculo del Valor Presente Neto hemos utilizado la tasa de interés en dólares americanos vigente actualmente en el mercado financiero nacional, esto es 15% al rebatir. Se utiliza la referida tasa ya que todos los costos han sido llevados a dólares americanos.

Como se observa en la Tabla XI, Cuadro 2-Caso Base, el valor presente neto económico del proyecto, evaluado a un período de 15 años asciende a un monto de US\$ 2'341,000 aproximadamente, lo que demuestra que el proyecto es factible de ser realizado; la tasa de retorno económica es del orden del 31.5%.

Para el mejor análisis del proyecto presentamos las variaciones de los indicadores financieros:

#### **6.4.2. RAZÓN CORRIENTE.**

Nos da una idea de como los activos corrientes pueden cubrir los pasivos corrientes (deudas en el corto plazo). El proyecto presenta valores atractivos entre 1.6 a 3.1 por los primeros siete años; después de los cuales no hay deudas por cubrir.

#### **6.4.3. RELACIÓN VENTAS A ACTIVOS FIJOS.**

Representa que tan eficientemente hemos utilizado los activos fijos para generar ingresos al proyecto. A medida que el proyecto madura esta razón se maximiza.

#### **6.4.4. RETORNO SOBRE EL CAPITAL INVERTIDO.**

Nos indica como se han utilizado los fondos provenientes de los accionistas y otros (préstamos) para generar ingresos netos al proyecto. El proyecto presenta indicadores variables, pero deben tomarse positivamente. Esto



último es debido a que a medida que se generan utilidades, estas van incrementando el patrimonio y el efecto es que la razón disminuya.

#### **6.4.5. RELACIÓN DEUDA/PATRIMONIO.**

Mide la solvencia de los recursos generados por el proyecto para afrontar el pago de las obligaciones generadas con terceros (préstamo bancario). Para el proyecto el comportamiento es bastante alto al inicio (por el fuerte apalancamiento financiero) disminuyendo progresivamente a medida que se generan ingresos. A partir del año 7 ya no tiene ningún significado (se paga la deuda).

#### **6.4.6. MARGEN BRUTO.**

Este indicador mide el nivel de ingresos operativos generados por el proyecto con relación a las ventas. En el proyecto crece sostenidamente.

#### **6.4.7. UTILIDADES NETAS (ANTES DE IMPUESTOS) A VENTAS.**

Representa el total de ingresos generados por el proyecto con relación a las ventas. Al igual que en el caso anterior crece sostenidamente.

### **6.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

El resumen del análisis de sensibilidad se muestra en la tabla siguiente:

SIMULACIÓN	VAN ECONÓMICO (US\$)	TIR ECONÓMICO	PUNTO DE EQUILIBRIO (Años)	OBSERVACIONES
Caso Base	2'341,000	31.5%	5.78	
1. Precio del aceite Baja 25%	1'386,000	26.9%	6.13	Ver anexo 8.1
2. Inversión Aumenta 25%	1'730,000	25.3%	7.02	Ver anexo 8.2
3. Costo de Operación aumenta 25%	1'325,000	23.8%	7.30	Ver anexo 8.3
4. Planta Industrial se instala en el año 1 Inicia Operación el año 2	1'946,000	28.6%	6.55	Ver anexo 8.4.1
Planta Industrial se instala en el año 2 Inicia Operación el año 3	1'603,000	26.2%	7.20	Ver anexo 8.4.2
Planta Industrial se instala en el año 3 Inicia Operación el año 4	1'294,000	24.1	7.74	Ver anexo 8.4.3

**Nota Importante:** En los cuadros a continuación, salvo se indique lo contrario, todas las cantidades monetarias están referidas en miles de dólares americanos (MUS\$)



## CASO BASE

PLAN DE PRODUCCION Y SERVICIOS A TERCEROS  
(CUADRO No.1)

ANOS HORIZONTE	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
PRODUCCION SEGUN EDAD DE LA PLANTA (kg/ha)																
HECTAREAS ACTUALES EN PRODUCCION (1)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
HECTAREAS A SEMBRAR EN EL PROYECTO	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
TOTAL HECTAREAS EN PRODUCCION	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
PRODUCCION DE TERCEROS (Mata de los Platanos en 10 años en 1997)																
PRODUCCION SEGUN EDAD DE LA PLANTA (kg/ha)	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800
SEMILLAS (Tn)	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
ACEITE (ts x 100)	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421
TORTA (Tn)	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375
PRODUCCION DEL PROYECTO (Plantas a ser plantadas en 1997)																
PRODUCCION SEGUN EDAD DE LA PLANTA (kg/ha)					57	278	711	1,332	1,880	2,347	2,760	3,100	3,388	3,600	3,760	3,880
SEMILLAS (Tn)					64	70	181	333	500	667	750	750	750	750	750	750
ACEITE (ts x 100)					9	30	163	307	393	575	629	621	621	621	621	621
TORTA (Tn)					7	25	84	167	238	333	375	375	375	375	375	375
PRODUCCION TOTAL (PROYECTO y TERCEROS) SEMILLAS PROPIAS (Tn)					54	70	187	333	500	667	750	750	750	750	750	750
SEMILLAS DE TERCEROS PARA SERVICIO (Tn)	750	750	750	750	750	800	100	807	251	33						
ACEITE (ts x 100)	421	421	421	421	429	801	121	808	791	706	843	843	843	843	843	843
TORTA (Tn)	375	375	375	375	382	493	661	567	623	700	750	750	750	750	750	750
PRECIO DEL ACEITE (US\$/g)	10.37	9.84	9.18	8.57	8.01	8.48	8.12	7.79	7.40	7.18	6.89	6.63	6.39	6.16	5.98	5.82
TARIFA DE PROCESAMIENTO (US\$/g semilla)	0.85	1.00	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
PRECIO DE LA TORTA (US\$/g)	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11
INGRESOS DEL PROYECTO VENTA DE ACEITE					75	309	614	1,438	2,300	2,690	2,905	2,750	2,627	2,570	2,467	2,384
VENTA DE TORTA					5	6	18	58	37	37	40	41	41	41	41	41
SERVICIO DE PROCESAMIENTO	1,220	1,220	1,220	1,220	1,214	1,123	939	680	473	337						
INGRESOS TOTALES	1,220	1,220	1,220	1,220	1,315	1,416	1,771	2,184	2,340	2,864	2,846	2,830	2,710	2,617	2,508	2,418

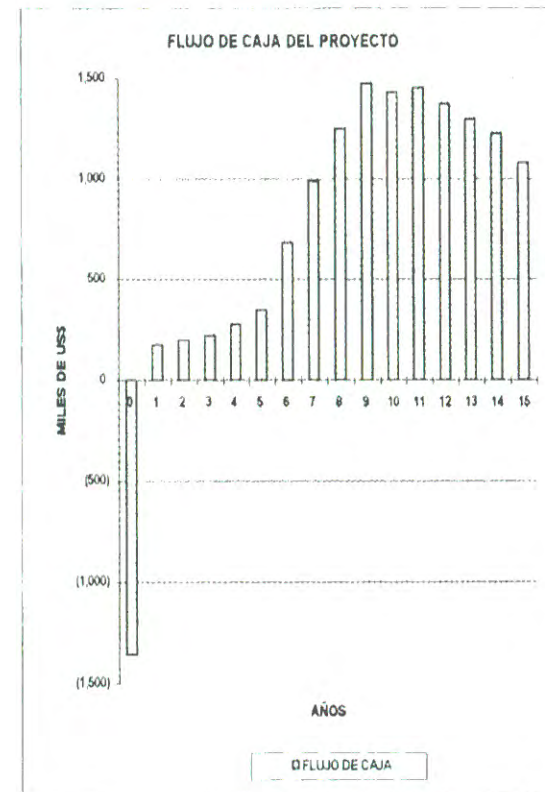
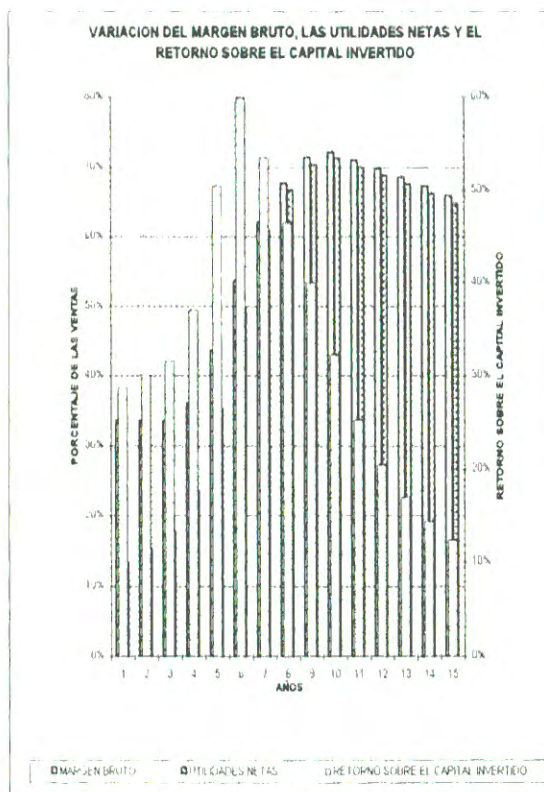
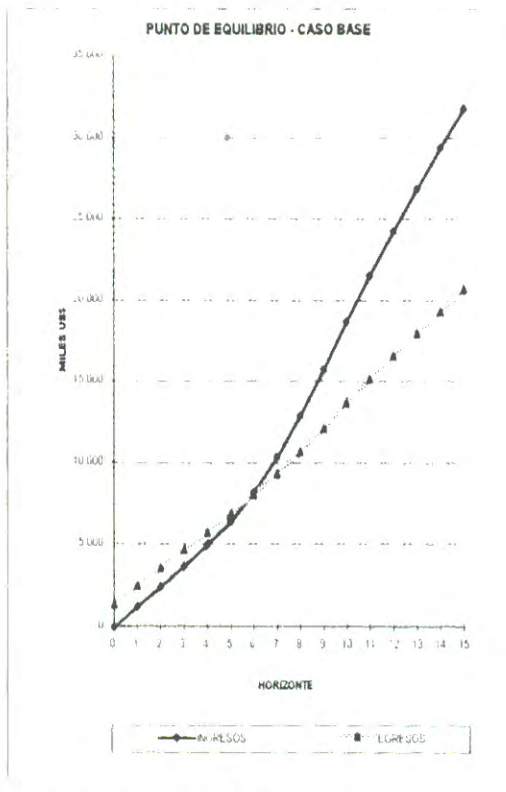
CASO BASE - JOJOSA																	
ANÁLISIS DE INGRESOS Y EGRESOS (CUADRO No. 2)																	
AÑO	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2010	2011	2012
HORIZONTE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>I. EGRESOS TOTALES</b>	1.364	1.158	1.101	1.084	1.075	1.076	1.107	1.146	1.187	1.454	1.882	1.447	1.438	1.438	1.274	1.247	1.365
A. INVERSIÓN	1.282	0	0	0	0	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74
Terreno	108																
Equipamiento de punto	70																
Herrajes y bombas	28					74						28					74
Indicadores	24											24					
Materiales	60											60					
B. COSTOS DE OPERACIÓN	22	1.158	1.101	1.084	1.075	1.002	1.107	1.146	1.187	1.454	1.882	1.447	1.438	1.438	1.274	1.247	1.317
Preparación de datos	20																
Publicación de cartas	2																
Mano de obra	0																
Adquisición de materiales	0																
Subvenciones	108	0	0	108	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107
Ferrocarriles y pasadizos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumibles Agua y Energía Eléctrica	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Materiales	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Reclutas y salarios	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
PREY y Pólizas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Compensación por Tiempo de Servicio (CTS)	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Depreciación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regimen	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Primas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Impuesto a la Renta (10%)	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>II. INGRESOS TOTALES</b>	1.386	1.356	1.326	1.296	1.266	1.236	1.206	1.176	1.146	1.116	1.086	1.056	1.026	996	966	936	906
venta de suelo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
venta de obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Servicio de Participación	1.386	1.356	1.326	1.296	1.266	1.236	1.206	1.176	1.146	1.116	1.086	1.056	1.026	996	966	936	906
<b>III. SALDO S - I</b>	2.022	2.200	2.225	2.212	2.191	2.159	2.069	1.923	1.759	1.582	1.382	1.182	982	782	582	382	182
Depreciación acumulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>IV. FLUJO DE C.A.A.</b>	2.022	2.200	2.225	2.212	2.191	2.159	2.069	1.923	1.759	1.582	1.382	1.182	982	782	582	382	182
<b>V. CASH FLOW</b>	0	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
<b>VI. PASIVO ACUMULADO</b>	1.364	1.158	1.101	1.084	1.075	1.076	1.107	1.146	1.187	1.454	1.882	1.447	1.438	1.438	1.274	1.247	1.365
<b>VII. ASIGNACIÓN</b>	0	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
<b>III. CASH FINAL</b>	108	216	324	432	540	648	756	864	972	1.080	1.188	1.296	1.404	1.512	1.620	1.728	1.836
<b>AÑO DE INVERSIÓN PLANTA INDUSTRIAL CAPITAL DE TRABAJO Y CASH FLOW</b>	1																
<b>IV. PUNTO DE EQUILIBIO</b>																	
AÑO	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2010	2011	2012
HORIZONTE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
EGRESOS ACUMULADOS	0	1.364	2.728	4.092	5.456	6.820	8.184	9.548	10.912	12.276	13.640	15.004	16.368	17.732	19.096	20.460	21.824
EGRESOS ACUMULADOS	1.364	2.728	4.092	5.456	6.820	8.184	9.548	10.912	12.276	13.640	15.004	16.368	17.732	19.096	20.460	21.824	23.188
<b>V. VALOR PRESENTE NETO (CONTRIBUCIÓN)</b>																	
AÑO	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2010	2011	2012
HORIZONTE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
FLUJO DE CASH (en \$)	2.022	2.200	2.225	2.212	2.191	2.159	2.069	1.923	1.759	1.582	1.382	1.182	982	782	582	382	182
VALOR PRESENTE NETO @ 10% TASA INTERNA DE RETORNO	1.986	1.896	1.806	1.716	1.626	1.536	1.446	1.356	1.266	1.176	1.086	996	906	816	726	636	546
<b>VI. VALOR PRESENTE NETO (CONTRIBUCIÓN)</b>																	
AÑO	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2010	2011	2012
HORIZONTE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
FLUJO DE CASH (en \$)	2.022	2.200	2.225	2.212	2.191	2.159	2.069	1.923	1.759	1.582	1.382	1.182	982	782	582	382	182
VALOR PRESENTE NETO @ 10% TASA INTERNA DE RETORNO	1.986	1.896	1.806	1.716	1.626	1.536	1.446	1.356	1.266	1.176	1.086	996	906	816	726	636	546



CASO BASE																
ESTADOS FINANCIEROS PROYECTADOS																
(CUADRO No. 3)																
XI. ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS																
ANOS	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
HORIZONTE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>VENTAS</b>																
Arrend	0	0	0	0	71	331	824	1 458	2 099	2 699	2 905	2 789	2 677	2 579	2 487	2 366
Torta	0	0	0	0	1	4	10	18	27	37	45	41	45	41	41	41
Servicios	0	1 238	1 238	1 238	1 244	1 122	838	688	415	137	0	0	0	0	0	0
<b>VENTAS TOTALES</b>	0	1 238	1 238	1 238	1 285	1 458	1 773	2 164	2 541	2 864	2 948	2 830	2 719	2 611	2 509	2 410
<b>GASTOS DE OPERACION</b>	0	823	823	823	823	823	823	823	823	823	823	823	823	823	823	823
<b>UTILIDAD OPERATIVA</b>	0	415	415	415	463	635	951	1 342	1 717	2 041	2 123	2 007	1 896	1 789	1 686	1 587
Compensación por tiempo de Servicios (CTS)	0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
<b>INTERESES</b>	0	225	199	149	138	95	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>UTILIDAD NETA</b>	0	163	169	219	300	513	881	1 315	1 691	2 015	2 097	1 981	1 869	1 762	1 664	1 561
<b>IMPUESTO A LA RENTA (30%)</b>	0	47	57	66	90	154	264	394	507	604	629	584	561	529	498	468
<b>UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS</b>	0	112	133	153	210	359	617	920	1 184	1 410	1 468	1 397	1 308	1 233	1 166	1 092
<b>XII. BALANCE GENERAL</b>																
<b>AL 31 DE DICIEMBRE DE</b>																
<b>HORIZONTE</b>																
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>ACTIVO CORRIENTE</b>																
Caja y Bancos	135	309	333	354	410	481	617	1 535	2 761	4 239	5 664	7 120	8 493	9 792	11 018	12 098
<b>OTROS ACTIVOS NO CORRIENTES</b>	73	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
<b>ACTIVO FIJO</b>																
Terreno	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
Perforación de pozos	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Motores y bombas	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Veículos	78	78	78	78	78	78	156	156	156	156	234	234	234	234	234	312
Planta Industrial	920	920	920	920	920	920	920	920	920	920	920	920	920	920	920	920
Depreciación Acumulada	0	(85)	(130)	(186)	(261)	(378)	(531)	(722)	(952)	(1 221)	(1 529)	(1 877)	(2 265)	(2 694)	(3 163)	(3 674)
<b>TOTAL ACTIVO FIJO</b>	1 292	1 227	1 162	1 096	1 031	1 044	979	914	848	783	722	657	592	526	461	397
<b>TOTAL ACTIVO</b>	1 499	1 616	1 575	1 531	1 522	1 608	1 676	2 509	3 692	5 103	6 571	7 957	9 285	10 499	11 860	12 753
<b>PASIVO CORRIENTE</b>																
Parte Corriente Deuda a L.P.	0	174	198	219	275	348	484	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PASIVO NO CORRIENTE</b>																
Deuda a Largo Plazo	1 499	1 326	1 128	909	634	268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL PASIVO NO CORRIENTE</b>	1 499	1 326	1 128	909	634	268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PATRIMONIO</b>																
Resultados Acumulados	0	117	248	403	612	972	1 588	2 509	3 692	5 103	6 571	7 957	9 285	10 499	11 860	12 753
<b>TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO</b>	1 499	1 616	1 575	1 531	1 522	1 608	1 676	2 509	3 692	5 103	6 571	7 957	9 285	10 499	11 860	12 753

XIV. INDICADORES FINANCIEROS

AÑO	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	2007	2008	2009	2010	2011	2012
HORIZONTE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RAZON CORRIENTE	-	2.2	2.1	2.0	1.8	1.6	3.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RELACION VENTAS/ACTIVOS FIJOS	-	1.0	1.1	1.1	1.2	1.4	1.8	2.4	3.0	3.7	3.6	3.7	3.9	4.2	4.5	4.2
RETORNO SOBRE EL CAPITAL INVERTIDO	-	29%	30%	32%	37%	50%	60%	53%	47%	40%	32%	25%	20%	17%	14%	12%
DEUDA A PATRIMONIO	-	12.8	5.3	2.8	1.5	0.7	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MARGEN BRUTO	-	34%	34%	34%	36%	44%	54%	62%	68%	71%	72%	71%	70%	68%	67%	66%
UTILIDADES NETAS A VENTAS	-	13%	15%	18%	23%	35%	50%	61%	67%	70%	71%	70%	69%	67%	66%	65%





## CAPÍTULO VII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1. CONCLUSIONES

-Una gran ventaja de la utilización de la semilla de jojoba es que requiere poca utilización de agua, y los campos de cultivo a utilizar son principalmente eriazos, los cuales son abundantes en la costa; añadiendo a esto su bajo costo de adquisición.

-El tiempo a transcurrir para la primera cosecha es largo comparado con otros cultivos, pero como contrapartida tenemos que la planta de jojoba posee una larga vida (por encima de 100 años).

-El mercado objetivo para el productor nacional de aceite de jojoba, es el mercado internacional; específicamente la industria de cosméticos. El mercado interno es muy incipiente en el desarrollo de productos a base del aceite de jojoba.

- El proyecto es positivo y viable: presenta una tasa interna de retorno de 27.4%, periodo de recuperación de la inversión 6 años y un vigoroso flujo de caja a partir del año 7 (a razón de US\$ 1.5 millones en promedio para los siguientes 8 años bajo análisis).

-Se realizaron los análisis de sensibilidad respecto al precio del aceite en el mercado (simulando que este baja 25%), sensibilidad a la inversión (simulando que aumenta 25%), sensibilidad a los costos de operación (simulando que aumenta 25%), y finalmente la sensibilidad al año de instalación de la planta industrial (año de instalación: 1, 2 y 3; iniciando operaciones en el siguiente año), obteniéndose resultados positivos cuando los análisis mencionados son comparados con el caso base: la tasa interna de retorno disminuyó 4 puntos con relación al caso base en el caso menos favorable ( 23.8% TIR cuando el costo de operación aumenta el 25%).

- El análisis de sensibilidad para la variación del precio del aceite de jojoba en el mercado internacional (reducción del precio inicial en 25%) da como

resultado una tasa interna de retorno de 26.9%. Esto indica que el proyecto es bastante elástico en cuanto a la sensibilidad al precio.

## 7.2. RECOMENDACIONES

-Es necesario potencializar el uso del aceite de jojoba, mejorando sus propiedades, de tal manera que pueda empleársele en reemplazo de otras materias primas afines, obteniendo igual o mejores características en el producto final.

-Se deberá manejar con cuidado el precio del aceite de jojoba, teniendo en cuenta la fluctuación de este a nivel mundial.

-Referente al proceso de producción, es necesario enfatizar en los parámetros de control de las líneas de hexano. Tales son: control de temperatura, hermeticidad de las líneas para minimizar las pérdidas del solvente, así como para evitar incendios por si hubiera alguna posibilidad de fuga.



## CAPÍTULO VIII

### BIBLIOGRAFÍA

(1) A. LANZANI, P. BONDIOLI, A. BRILLO

Artículo: A wet process technology applied to jojoba seed to obtain oil and detoxified protein meal, et.al. JAOCS, Vol. 68, No. 10. Octubre 1991.

(2) AVILA TELLO, ALEJANDRO

Estudio Técnico preliminar para la Instalación de una Planta de Aceite de semillas de Jojoba. Trabajo de Tesis. Universidad San Luis Gonzaga de Ica. Ica - Perú. 1988.

(3) ARTICULO: JOJOBA : EL ORO DEL DESIERTO. Revista de Comercio Internacional: Intercambio

Año IV, No.77, 16 al 30 de Set. 1989. Lima - Perú.

(4) ARTICULO : JOJOBA, NUEVO CULTIVO PARA REGIONES ARIDAS. Revista Agricultura de las Américas Nov. 1980.

(5) ARTICULO : ALGO MAS ACERCA DE LA JOJOBA. Revista : 1/2 De Cambio No.104, Dic. 1 al 15. Lima - Perú. 1986

(6) ARTÍCULO: WHATEVER HAPPENED TO JOJOBA?. Revista : Arizona Highways

Arizona, United States of America, July 1990.

(7) ASOCIACION PERUANA DE LA JOJOBA

Fórum de Asistencia Técnica Internacional e Inversiones en el cultivo de la Jojoba.

Ica - Perú. Del 7 al 9 de Setiembre de 1989.

## (8) ASOCIACION PERUANA DE LA JOJOBA

El Potencial Químico e Industrial del Aceite de Jojoba. II Fórum Internacional de la Jojoba. Ica - Perú. Del 3 al 6 de Setiembre de 1992.

(9) Comunicación personal (Set. 1984). Valores reales hasta el octavo año

## (10) DB SMITH/VAN NESS

Introduction to Chemical Engineers Thermodynamics

## (11) JAMES H. BROWN Y KELLY DWYER

El potencial de la jojoba : Consideraciones generales. Séptima Conferencia Internacional sobre la Jojoba y sus usos. Original en inglés.

Arizona - USA. Mayo 1989.

(12) JAMES H. BROWN Y KELLY DWYER, op. Cit.

## (13) JOJOBA : NEW CROP FOR ARID LANDS, NEW RAW MATERIAL FOR INDUSTRY, NATIONAL ACADEMY PRESS

Washington D.C., 1985.

## (14) KENT, JAMES A. (Editor)

Riegel's Handbook of Industrial Chemistry.

Eight Edition, United States of America, Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1983.

## (15) LA JOJOBA : UN CULTIVO PROMETEDOR. Revista : 1/2 De Cambio

Número 100, Octubre 1 al 15. Lima - Perú, 1986.



(16) M. KATOH, M. TAGUCHI Y T. KUNIMOTO

Current Status of Jojoba Oil utilization in Cosmetics in Japan, Koei Perfumery Co., Ltd. Séptima Conferencia Internacional sobre la Jojoba y sus usos. Original en inglés.

Arizona - USA. Mayo 1989.

(17) PETERS, MAX S. y TIMMERHAUS, KLAUS D.

Plant Design and Economics for Chemical Engineers

Third Edition, United States of America, Mc Graw-Hill Book Co., 1980.

(18) PERRY, R./CHILTON C. Chemical Engineers Handbook

Fifth Edition. Mc Graw Hill, U.S.A. 1973

(19) SASKIA BEESER

Jojoba Oil Information, 15 Jan. 1998

(20) SHREVE'S CHEMICAL PROCESS INDUSTRIES

Fifth Edition, Cap. 28, Mc Graw-Hill Book Co., USA, 1984.

(21) TREYBAL, ROBERT E. Mass Transfer Operations

Second Edition, McGraw - Hill Book Co., USA. 1980