
El aceite de jojoba como lubricante para herramientas de corte

Pedro Ayala Chacallena

Ingeniero Mecánico por la Universidad de Lima. Asesora en el Programa de Maestría con el
enfoque de Gestión, Aspectos Técnicos del Máster Curseti y del Programa Inicial.

La importancia de cuidar el medio ambiente hoy en día nos lleva a buscar nuevos insumos para la fabricación de lubricantes para maquinaria de corte, evitando así el uso de los derivados de petróleo que lo contaminan. Una alternativa factible es el aceite de jojoba, que presenta las ventajas de ser renovable y vegetal. El presente artículo es un compendio del trabajo de tesis de grado presentado por el autor, titulado "Estudio de factibilidad para la obtención de aceites lubricantes para herramientas de corte a partir del aceite de jojoba producido en el Perú".

El aceite de jojoba como lubricante para herramientas de corte

Pedro Ayala Chacaltana

Ingeniero industrial por la Universidad de Lima. Asistente en el Programa de Modernización Industrial de Onudi. Asistente Técnico del Mitinci-Conpiti y del Programa Bolívar.

La importancia de cuidar el medio ambiente hoy en día nos lleva a buscar nuevos insumos para la fabricación de lubricantes para maquinaria de corte, evitando así el uso de los derivados de petróleo que lo contaminan. Una alternativa factible es el aceite de jojoba, que presenta las ventajas de ser renovable y vegetal. El presente artículo es un compendio del trabajo de tesis de grado presentado por el autor, titulado "Estudio de prefactibilidad para la obtención de aceites lubricantes para herramientas de corte a partir del aceite de jojoba producido en el Perú".

Durante largo tiempo, el principal componente de los aceites lubricantes ha sido el aditivo lubricante; todos éstos, hasta ahora, se han obtenido a partir de los derivados del petróleo, y con la finalidad de mejorar sus características de trabajo, le han adicionado cloro, convirtiéndolo en un producto peligroso al final de su vida útil. Por otro lado, los aceites lubricantes especiales se obtienen a partir del esperma de ballena, mamífero que ya se encuentra en peligro de extinción por su caza indiscriminada, siendo su mejor sustituto actual el aceite de jojoba.

Dentro de la gama de problemas que se presentan en dichos aceites el principal lo constituye la eliminación de los lubricantes usados y esto es más grave en la industria metal mecánica. La consigna de hoy es no contaminar el medio ambiente, por ello cada día hay más reglamentos en cuanto a la eliminación de estos desechos, pues los productos hasta hoy elaborados causan daños ecológicos irreparables.

1. Objetivos

El principal objetivo es la eliminación de derivados clorinados de petróleo para la obtención de aditivos lubricantes.

Asimismo se trata de producir un aceite lubricante de corte con componentes que no sean dañinos al medio ambiente y que no se tenga que sacrificar animales para la obtención de los aceites, así como también dar uso a las fuentes renovables que se encuentran en la naturaleza.

Finalmente se posibilitaría la sustitución de las importaciones de aditivos lubricantes.

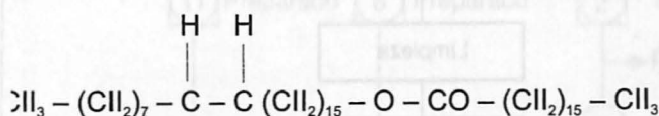
2. Descripción del proyecto

La investigación busca la instalación de una planta productora de aceites lubricantes utilizando como componente un aditivo lubricante obtenido a partir del aceite de jojoba; una primera etapa del proyecto la constituye la obtención del aceite de jojoba y una segunda etapa producir el aceite lubricante de corte.

La planta industrial se situaría en las afueras de la ciudad de Ica, con una capacidad de producción de 1.500 toneladas anuales en tres turnos de trabajo; para el estudio se consideró trabajar un solo turno, obteniéndose 500 toneladas de aceite de jojoba y 500 toneladas de aceite lubricante al año.

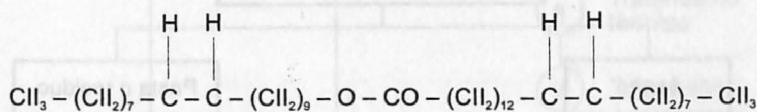
El aceite de la semilla de jojoba (*simmondsia chinensis*) de fácil reproducción en las zonas desérticas tropicales, tiene gran parecido a la composición del aceite y esperma de ballena, por lo que se ha convertido en un sustituto específico de ésta. Por otra parte, el recurso del arbusto de la jojoba es una fuente renovable de la esperma de ballena.

Estructura química del aceite de esperma de ballena



Componente principal: Cetyl Oleate

Estructura química del aceite de jojoba



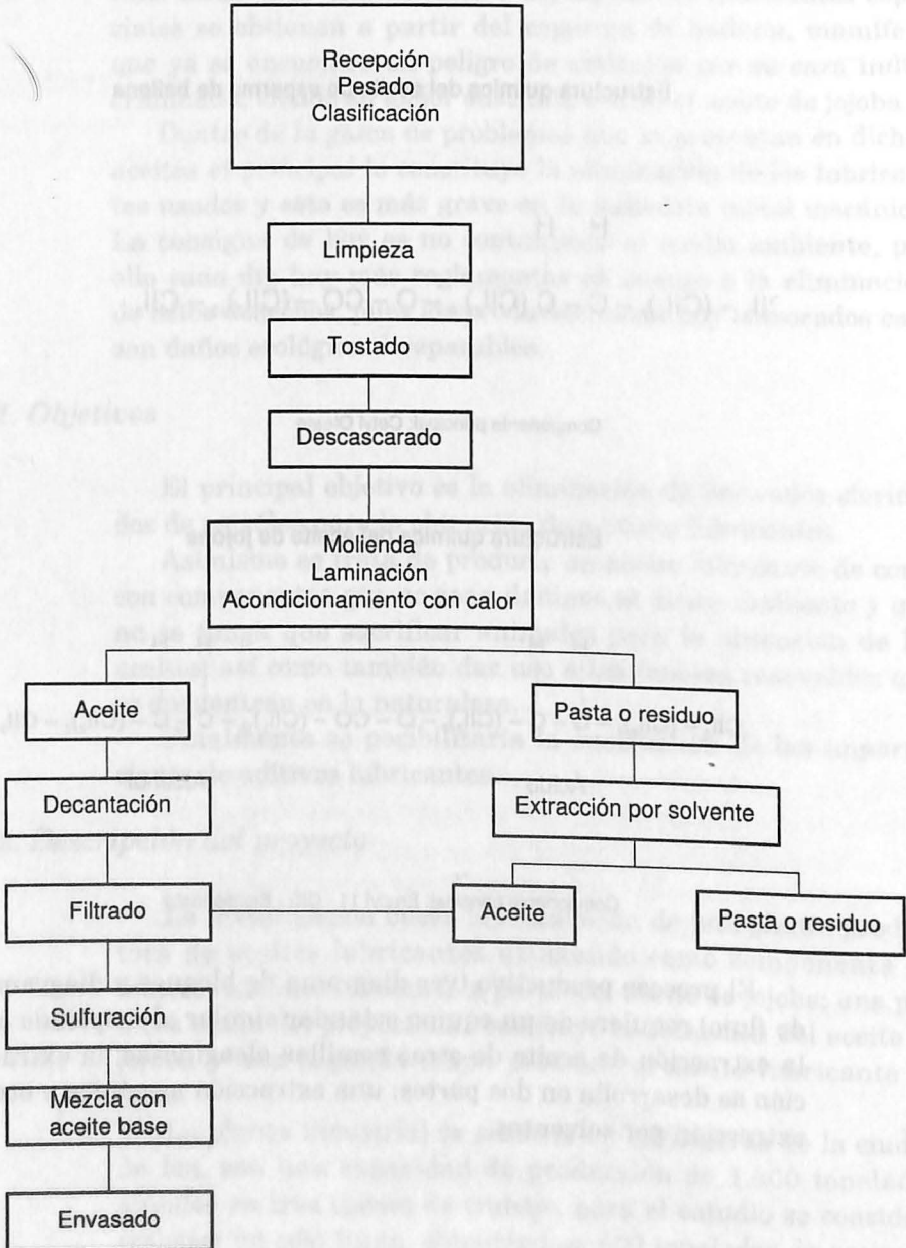
Ácido

Alcohol

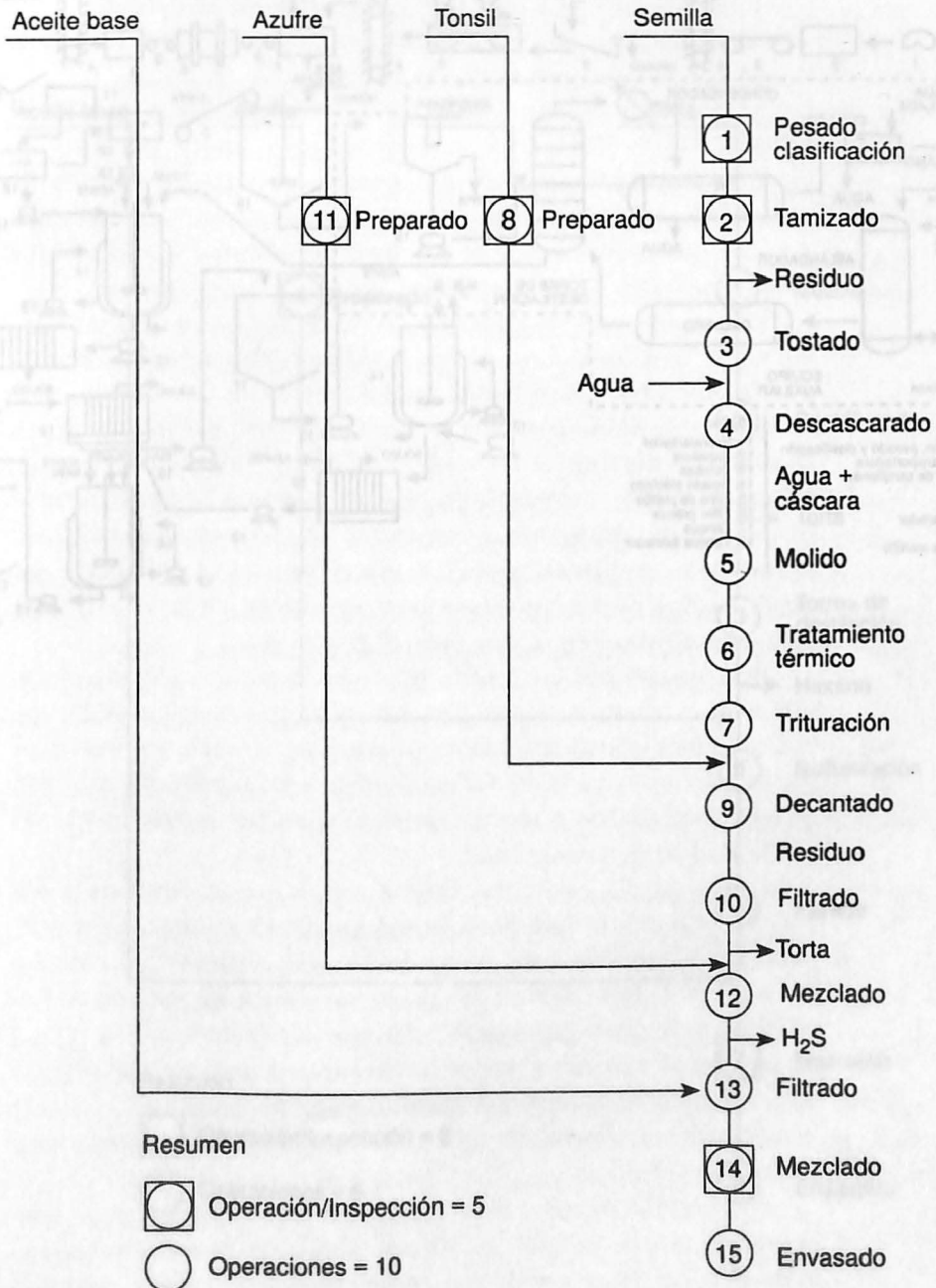
Componente principal: Erucyl 11 - CIS - Eicosenoato

El proceso productivo (ver diagrama de bloques y diagrama de flujo) requiere de un equipo estándar similar al empleado en la extracción de aceite de otras semillas oleaginosas; la extracción se desarrolla en dos partes: una extracción mecánica y otra extracción por solventes.

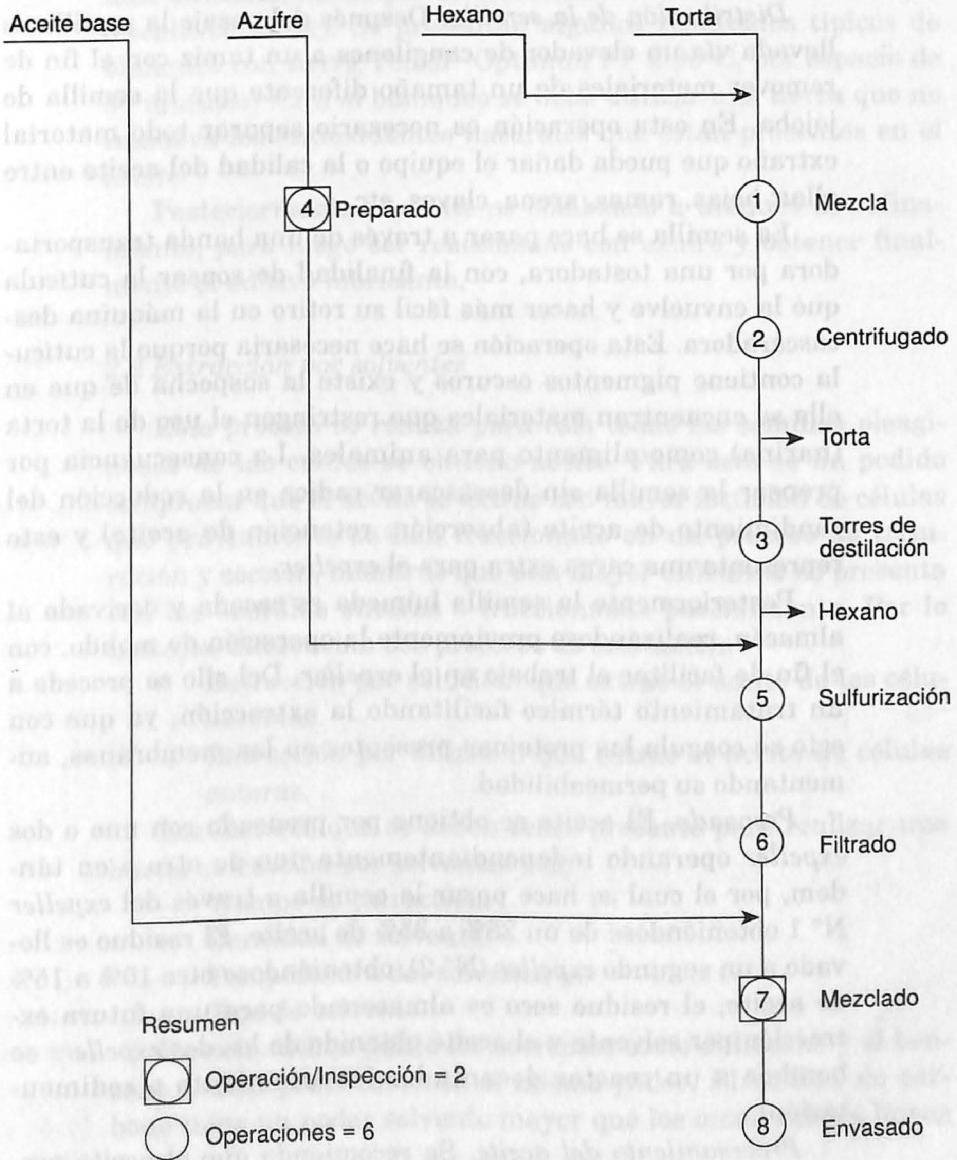
Diagrama de bloques para la obtención de aceites lubricantes de corte



DOP para la obtención de aceites lubricantes a partir de la semilla de jojoba (extracción mecánica)



**DOP para la obtención de aceites lubricantes a partir de la torta de joboba
(extracción por solvente)**



2.1 Extracción mecánica

La semilla de jojoba a tratar en el proceso debe estar limpia, es decir, no debe estar contenida en su célula protectora. El método a utilizar será continuo empleando *expellers*. El recorrido del producto es el que a continuación se define:

Recepción y pesado. Todas las operaciones empiezan con la recepción, pesado y clasificación de la semilla de jojoba.

Distribución de la semilla. Después del pesaje la semilla es llevada vía un elevador de cangilones a un tamiz con el fin de remover materiales de un tamaño diferente que la semilla de jojoba. En esta operación es necesario separar todo material extraño que pueda dañar el equipo o la calidad del aceite entre ellas: hojas, ramas, arena, clavos, etc.

La semilla se hace pasar a través de una banda transportadora por una tostadora, con la finalidad de soasar la cutícula que la envuelve y hacer más fácil su retiro en la máquina descascaradora. Esta operación se hace necesaria porque la cutícula contiene pigmentos oscuros y existe la sospecha de que en ella se encuentran materiales que restringen el uso de la torta (harina) como alimento para animales. La consecuencia por prensar la semilla sin descascarar radica en la reducción del rendimiento de aceite (absorción: retención de aceite) y esto representa una carga extra para el *expeller*.

Posteriormente la semilla húmeda es secada y derivada al almacén, realizándose previamente la operación de molido, con el fin de facilitar el trabajo en el *expeller*. Del silo se procede a un tratamiento térmico facilitando la extracción, ya que con esto se coagula las proteínas presentes en las membranas, aumentando su permeabilidad.

Prensado. El aceite se obtiene por prensado con uno o dos *expeller* operando independientemente uno de otro o en tándem, por el cual se hace pasar la semilla a través del *expeller* N° 1 obteniéndose de un 25% a 35% de aceite. El residuo es llevado a un segundo *expeller* (N° 2), obteniéndose otro 10% a 15% de aceite; el residuo seco es almacenado para una futura extracción por solvente y el aceite obtenido de los dos *expellers* se bombea a un reactor decantador (asentamiento o sedimentación).

Procesamiento del aceite. Se recomienda que el aceite permanezca en los tanques un tiempo tan largo como sea posible para que las finas partículas se asienten antes de la primera

filtración. El aceite obtenido hasta el momento por el método descrito, posee un color claro dorado, una baja acidez (<2%) y no requiere mayor refinación. No es necesario neutralizarlo y se le puede blanquear a "color agua" (water-clear fluid), usando técnicas estándar.

Al aceite se le puede dar un tratamiento de blanqueado con 2% a 5% de tierra filtrol 105°C a 100°C con la finalidad de clarificar el aceite; usado por 15-30 minutos reduce el color de 7 a 3 (escala Gardner). Se presentan algunos resultados típicos de blanqueo con tierra Tonsil¹ Optimun FF a 90°C, por espacio de 30 minutos. Para el blanqueo se debe utilizar una tierra que no remueva los antioxidantes naturales que están presentes en el aceite.

Posteriormente el aceite es bombeado a tanques de refinamiento, para luego ser reaccionado con azufre y obtener finalmente el aditivo lubricante.

2.2 Extracción por solventes

Este proceso se realiza para casi todas las semillas oleaginosas de las cuales se obtiene aceite. Para esto se ha podido comprobar que el aceite se extrae con mayor facilidad de células que previamente se han fraccionado en un proceso de trituración y cocción, mientras que una mayor dificultad se presenta con las semillas enteras o fraccionadas parcialmente. Por lo tanto, se diferencian dos procesos de extracción:

- Extracción por solución: que extrae el aceite de las células rotas.
- Extracción por difusión: que extrae el aceite de células enteras.

Los factores que se deben tener presente para realizar una buena extracción por solventes son:

- Tiempo de extracción.
- Cantidad de solvente.
- Temperatura del solvente.
- Tipo de solvente.

En este último punto los solventes como el hexano y el benceno tienen prácticamente el mismo poder. El sulfuro de carbono tiene un poder solvente mayor que los mencionados líneas

1 El tonsil es una tierra diatomea calcinada.

arriba. El tricloroetileno tiene un poder solvente casi el doble que el hexano y el benceno.

Análisis realizados indican que al usar un solvente de mayor poder, éste va acompañado de un decaimiento en la calidad del aceite extraído, por lo que se ha escogido al hexano como solvente de este proceso.

Procesos de extracción por solventes. La extracción del aceite de la semilla de jojoba se puede realizar de las siguientes formas:

- Por percolación.
- Por inmersión.
- Por procedimiento mixto.

2.3 Sulfurización

El aceite de jojoba puede ser sulfurizado, oxidado, clorado y sulfoclorado, obteniéndose derivados de gran uso y con la característica de ser agentes de mojado y lubricantes de alta presión y temperatura (EP). Durante la investigación en laboratorio se sulfurizó el aceite al 10% en peso, presentando este aditivo EP mejores propiedades de solubilidad que cualquier otra grasa, y, por otro lado, es más polar, por lo que moja mejor los metales, produciendo menos desgaste de los mismos.

2.4 Mezclado

Una vez obtenido el aceite sulfurizado, el siguiente proceso es mezclar el aceite de jojoba sulfurizado con un aceite base dentro de un homogeneizador y a una determinada temperatura, que puede variar entre los 30°C y 60°C.

2.5 Residuo de la extracción de aceite (subproducto)

Un subproducto del fruto de la jojoba es el remanente que queda después de la extracción del aceite por prensado, a este subproducto se le denomina torta. La pasta de jojoba contiene alrededor de 30% de carbohidratos con buen contenido de lisina pero bajo contenido de metionina. El principal problema de la pasta de jojoba es la presencia de un ciano glucósido, la simmondsina, la cual es tóxica para ratones de laboratorio y en menor grado para rumiantes, por lo que se hace necesario detoxificarla.

3. Aspectos de mercado

El mercado de los aceites lubricantes de corte según la historia ha sido fluctuante, teniendo su punto más bajo de consumo en el año de 1983. Si bien en algunos años la demanda de este producto se incrementó fue debido al proteccionismo por parte del Estado al cerrar las importaciones, creando un auge aparente en las ventas de este producto.

La oferta de los aceites lubricantes proviene de compañías transnacionales ubicadas en el país y compañías nacionales que se dedican, únicamente, a la mezcla de los componentes respectivos.

El producto que se ofrece en este estudio tiene características totalmente diferentes, primero, porque el aditivo lubricante es obtenido a partir de un aceite vegetal (producto renovable); por otro lado, este aditivo es biodegradable y recuperable al final de su vida útil.

Demanda histórica

Años	Capacidad Utilizada (%) ²	Ton ³
1980	—	191
1981	70,3	243
1982	57,3	381
1983	39,3	52
1984	30,1	381
1985	37,7	364
1986	49,0	416
1987	52,5	572
1988	43,3	520
1989	33,1	295
1990	30,4	277
1991	34,4	295
1992	32,4	312
1993	31,2	345
1994	31,7	347

Fuente: MITINCI IEES-SNI/Ministerio de Energía y Minas

-
- 2 Está referida a la capacidad utilizada del sector metal-mecánico.
 - 3 Está referida al consumo de aceites lubricantes de corte (expresado en toneladas).

4. Aspectos ambientales

Hoy en día existe una necesidad de salvaguardar el medio ambiente, lo que ha guiado a intensificar los esfuerzos por regular los químicos y desperdicios de productos usados y generados por procesos de fabricación industrial.

Un área que atrae la atención es la industria metal mecánica, en la que se presenta un alto índice de uso del fluido químico. El riesgo relativo del refrigerante (aceite emulsionable) utilizado, dependerá de la presencia de ciertos químicos en su formulación. La mayoría de los aditivos lubricantes contienen cloro, flúor, bromo o yodo, siendo el cloro el de mayor uso, debido a su bajo olor y color. Lamentablemente este componente es muy dañino para la piel, además libera pequeñas cantidades de humos irritantes y significa un residuo peligroso al final de su vida útil.

La alternativa está en usar recursos agrícolas, siendo su principal característica la de ser renovables, a diferencia de los derivados del petróleo que no lo son. La materia prima que puede sustituir con éxito a los derivados del petróleo es el aceite de jojoba, dadas las características que presenta. Por otro lado, un sustituto ideal para el cloro es el azufre debido a su alta actividad; además, este compuesto no forma otros componentes al mezclarse con el agua, por tanto, el azufre es un material menos peligroso frente a los problemas que causa el cloro.

El éster de cera líquida de jojoba presenta casi las mismas características que el legendario aceite de esperma de ballena. En pruebas realizadas con azufre se ha demostrado que tanto el aceite de jojoba como el aceite de esperma de ballena tienen características similares. Ambos lubricantes han demostrado alargar la vida de uso de la herramienta siendo los productos sulfurizados más efectivos que los clorados.

5. Aspectos financieros

En el presente estudio se está considerando un aporte de los socios de un 60% de la inversión total; para el 40% restante se buscará el financiamiento respectivo.

Los indicadores económicos obtenidos del flujo de caja económico son los siguientes:

- Valor actual neto económico = US\$13 386 000
- Relación beneficio/costo (E) = 7,46
- TIRE = 138,2%
- Período de repago (E) = 10 meses y 15 días

Entre los indicadores financieros del flujo de caja tenemos los siguientes:

- Valor actual neto financiero = US\$13 358 000
- Relación beneficio/costo (F) = 11,75
- TIRF = 204,6%
- Período de repago (F) = 7 meses y 11 días

6. Inversión total

La inversión total para el presente proyecto asciende a los US\$2 071 160, requiriéndose un financiamiento de US\$ 828 000.

Bibliografía

Instituto Cuánto

Perú en números. Anuario estadístico. Años 1992 y 1993. Lima: Editorial Universo S. A., 1993.

International Lubricant Inc.

Informes

Nandina

Arancel Integrado de Aduanas del Perú. Lima: Palma de Ediciones S.R.L./Freddy Burding F., 1991.

Proving Ground

Informes de los laboratorios ESSO operados por la Standard Oil Development Company.

Shell

Manual de lubricantes. Lima: Compañía de Petróleo Shell del Perú.

Varios Segundo Forum Internacional de la Jojoba. Ica: Asociación Peruana de la Jojoba (Aspejo), 1992.

———. Segundo Symposium Nacional de la Jojoba. Ica: Asociación Peruana de la Jojoba (Aspejo), 1985.

Wisniak, Jaime

Ponencia en el Forum "Los Usos del Aceite de Jojoba". Centro de Investigación de la Producción Industrial (CIPI). Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad de Lima, 1993.