

DCNE
\$500=

FECHA DE DEVOLUCION

El último sello marca la fecha tope para ser devuelto este libro.

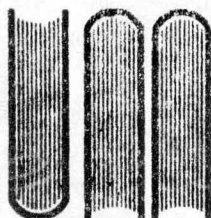
Vencido el plazo, el lector pagará ^{10.-}~~20~~ peso por cada día que pase. (11-013)

| | |
|-------------------------|------------------------|
| 23 AGO. 1982 | 0 AGO. 1984 |
| 30 AGO. 1982 | 9 MAR. 1987 |
| 7 SET. 1982 | 8 ABR. 1987 |
| 14 SET. 1982 | 2 OCT. 1989 |
| 21 SET. 1982 | |
| 28 SET. 1982 | |
| 1 OCT. 1982 | |
| 2 OCT. 1982 | |
| 04 NOV. 1982 | |
| 15 NOV. 1982 | |
| 03 FEB. 1983 | |
| 25 ABR. 1983 | |
| 16 MAYO 1983 | |
| 23 MAYO 1983 | |
| 04 AGO. 1983 | |
| 27 SET. 1983 | |

V.O. Do.
[Signature]

UNIVERSIDAD DE MONTERREY

DIVISION DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS



UNIVERSIDAD
DE MONTERREY

claiif.
040.668

N 2272

1981

c.1

folio

801365

Título:

SOLUCION AL PROBLEMA DE GELACION DEL
JABON LIQUIDO A BAJAS TEMPERATURAS Y
ESTUDIO ECONOMICO DE LA PLANTA PILOTO

REPORTE DEL PROGRAMA DE EVALUACION FINAL

QUE PRESENTA:

Autor: VICENTE RODOLFO NARES TAMAYO
EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO ADMINISTRADOR

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE DE 1981

A MI PADRE :

SR. ING. RODOLFO NARES CERVANTES

QUE GRACIAS A SU CONSTANCIA, ESPIRITU DE SACRIFICIO Y CAPACIDAD, INFUNDIO EN MI LA FERREA VOLUNTAD NECESARIA PARA CONSUMAR UNO DE LOS MAS GRANDES OBJETIVOS DE MI VIDA .

A MI MADRE :

SRA. LEONOR TAMAYO DE NARES

POR EL AMOR, ABNEGACION Y GRATITUD QUE ME HA BRINDADO DURANTE TODA MI VIDA, A ELLA MI GRATITUD .

A MIS HERMANAS :

LEONOR

LUCIA

MARTA

PATRICIA YOLANDA

POR SU AMOR Y APOYO FRATERNAL QUE ME RECIBIDO EN EL MOMENTO QUE MAS ME HA SERVIDO .

A LA MEMORIA DE MIS ABUELOS,
TIOS Y PRIMOS QUE YA PARTIERON.

A TODOS MIS FAMILIARES .

CON RESPETO Y GRATITUD A MI
MAESTRO Y ASESOR :

SR. ING. EDUARDO AUDES

POR LAS ENSEÑANZAS Y APOYO QUE
ME BRINDO .

CON ADMIRACION Y AGRADECIMIENTO
AL :

SR. ING. RAMIRO GRAZA CAVAZOS

POR TODOS SUS CONSEJOS .

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS, A
TODOS GRACIAS .

INDICE

| | Página |
|---|--------|
| OBJETIVO DEL PROYECTO | I |
| IDEAS GENERALES SOBRE EL TRABAJO | II |
| CAPITULOS | |
| I. FUNDAMENTOS TEORICOS | 1 |
| Jabón líquido | 5 |
| Aceite de coco | 6 |
| Acido oleico | 8 |
| Agente saponificante | 9 |
| Agua | 9 |
| Alcohol etílico | 9 |
| II. TRABAJO EXPERIMENTAL A NIVEL LABORATORIO .. | 11 |
| III. COMPARACION FISICA Y ECONOMICA DE PROCE- SO ENTRE LA FORMULACION PROPUESTA Y LA - FORMULACION SEGUN EL P.E.F. BASE | 20 |
| IV. FORMULACION PROPUESTA Y SU ANALISIS ECO- NOMICO | 25 |
| Formulación propuesta | 26 |

CAPITULOS

| | | |
|-----|--|----|
| | Análisis económico | 26 |
| | Costo de fabricación | 27 |
| V. | ANÁLISIS ECONOMICO DE LA PLANTA PI- LOTO DE JABON | 29 |
| | Depreciación de equipo | 30 |
| | Jabón sólido | 31 |
| | Costo de producción | 31 |
| | Jabón líquido | 33 |
| | Costo de producción | 33 |
| VI. | DISEÑO DEL EQUIPO PARA LA FABRICA - CION DE JABON LIQUIDO A NIVEL PLAN- TA PILOTO | 36 |
| | Resumen del equipo utilizado en el proceso | 36 |
| | Especificaciones sobre el diagrama general del proceso | 38 |
| | Especificaciones del diseño del re- actor | 40 |
| | Especificaciones del diseño del tan- que para el agua destilada | 42 |
| | Diseño de la propela | 44 |
| | Cotización del equipo faltante reque- rido en el proceso para fabricar ja- bón líquido | 45 |
| | Proveedores del equipo faltante | 46 |
| | CONCLUSIONES | 47 |
| | Aspecto técnico | 47 |
| | Aspecto económico | 48 |
| | APENDICES | 50 |
| | A) Índice o número de saponificación | 50 |
| | Procedimiento para determinar el índi- ce o número de saponificación | 51 |
| | B) Porcentaje de pureza del hidróxido de sodio | 53 |

APENDICES

C) Tabla estequiométrica para la fabricación de jabón líquido 55

BIBLIOGRAFIA 58

OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo consiste en obtener la formulación adecuada para fabricar jabón líquido que no presente gelización a bajas temperaturas y, además, hacer un estudio económico de - la planta piloto de jabón .

IDEAS GENERALES SOBRE EL TRABAJO

La base de este estudio, será el trabajo realizado con opción al título, por el estudiante Ricardo Ivan Dávalos Santos, en el semestre de primavera del 79; al referirnos a dicho trabajo lo llamaremos P.E.F. base .

Se pretende que el proceso de fabricación a desarrollar sea de utilidad a los estudiantes de la División de Ciencias Naturales y Exactas, para que puedan complementar sus conocimientos teóricos y además se haga posible materializar sus ideas .

INTRODUCCION

Considero que un ejemplo ^{que reúne las características} para este trabajo es la gelación del jabón líquido y para dar comienzo al trabajo empiezo por mencionar ~~que~~ desde el punto de vista químico lo que es un jabón:

CAPITULO I

FUNDAMENTOS TEORICOS

Desde el punto de vista químico, el jabón es una sal que resulta de la reacción de los ácidos grasos superiores y sus glicéridos con algunos metales alcalinos bajo la forma de hidratos o carbonatos).

(Los constituyentes de los tejidos animales y plantas que son insolubles en agua, pero solubles en éter u otros disolventes orgánicos no miscibles con el agua, se llaman lípidos. Los lípidos más abundantes son las grasas animales y los aceites vegetales, a estos lípidos se les denomina grasas naturales. Los aceites y grasas estan compuestos por mezclas de ácidos grasos superiores y sus glicéridos, compuestos en los cuales la glicerina está esterificada con dos o tres moléculas de dichos ácidos grasos .

Las grasas son compuestos en los cuales predominan los ácidos grasos saturados, tienen un punto de fusión alto, mayor de 18 grados centígrados, y por lo tanto normalmente son sólidos a la temperatura ambiente .

En los aceites, al inverso que en las grasas, predominan los ácidos grasos insaturados, sus puntos de fusión son bajos en relación a las grasas (menores de 18 grados centígrados). A temperatura ambiente generalmente son líquidos .

Todos los ácidos grasos que componen las grasas naturales, tienen una cadena recta y un número par de átomos de carbón, los ácidos grasos que tienen un número impar de carbonos o con cadenas ramificadas, no son componentes de las grasas naturales .

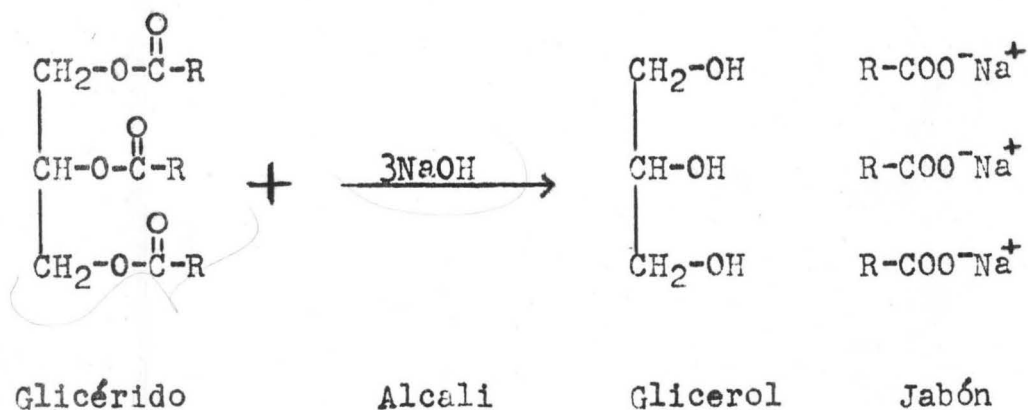
Los ácidos grasos saturados componentes de las grasas naturales; más abundantes son los de 12 a 18 carbonos. Entre estos se encuentran los ácidos palmítico y esteárico, los cuales son abundantes en las grasas de los vacunos y cerdos, el ácido laúrico, el cual es el principal componente del aceite de coco, y otros análogos .

Entre los ácidos grasos no saturados, los tres más corrientes tienen 18 átomos de carbono, los cuales dan ácido esteárico por hidrogenación, estos son : Acido oleico, linólico y linolénico los cuales contienen uno, dos y tres dobles enlaces respectivamente .

El más abundante de los ácidos grasos no saturados es el ácido oleico, el cual es el principal componente del aceite de oliva y de la grasa de reserva de los animales herbívoros.

La hidrólisis de un glicérido con álcali acuoso se llama saponificación (del latín sapo, que significa jabón), debido a que uno de los productos que se obtienen en esta reacción es un jabón .

Cuando una grasa o aceite reaccionan con un agente saponificante, los ácidos grasos y glicéridos que componen a estos se hidrolizan formando sales de ácidos carboxílicos (jabón) y glicerol (glicerina) .



Las sustancias que tienen la propiedad de combinarse con los ácidos grasos y sus glicéridos para formar jabones, están representados por los hidratos de sodio, potasio y sus carbonatos, el amoníaco y por último la trietanolamina .

Cuando se usa sodio, se obtienen jabones duros o semiduros, según la naturaleza de las materias grasas con las cuales se combine .

Cuando se usa potasio, se obtienen jabones blandos, de mayor calidad que los obtenidos con sodio, para obtener jabones líquidos, se emplea preferentemente el potasio .

En este estudio se usará el hidróxido de sodio de pureza industrial (aproximadamente al 85 %), como agente saponificante en la producción de jabón líquido debido a que es más económico y de más fácil adquisición que el hidróxido de potasio .

El poder limpiador de un jabón, depende en parte del descenso que produce una solución acuosa de este, en la tensión superficial del agua. La tensión superficial del agua pura es de 73 dinas/cm. y la tensión superficial de una solución acuosa de oleato de sodio (un jabón) es de 25 dinas/cm. .

Otro factor que contribuye a la actividad superficial de un jabón, tal como el laureato sódico, es que posee una parte hidrocarbonada de caracter lipofílico (afín a las grasas), contrarrestando un grupo polar hidrofílico (afín al agua); este grupo es potente, aunque sea pequeño, por ser iónico. Este equilibrio esté mejor conseguido en el laureato de sodio, que en ningún otro caso, por poseer una cadena de 12 carbonos; en las cadenas de menos carbonos domina el

caracter hidrofílico; y por lo tanto la eficiencia limpiadora de un jabón disminuye a medida que aumenta o decrece la longitud de la cadena de 12 carbonos, la eficiencia limpiadora desaparece por completo en el jabón de 22 carbonos, el cual es prácticamente insoluble en agua.

En la fabricación de jabón no se pueden emplear compuestos muy insaturados, debido a su fácil oxidación, produciendo enranciamiento en las grasas usadas para la fabricación del jabón.

EL JABON LIQUIDO

Entrando en tema sobre el jabón líquido, que es nuestro trabajo, se sabe que este puede ser producido mezclando grasas naturales con sosa o potasa acuosa, agua destilada y alcohol etílico.

La grasa se limita al uso de aceite de coco mezclado con ácido oleico, esta mezcla es la indicada para estos usos porque no da lugar a formación de suspensiones, y su proporción es de 7 a 3 u 8 a 2 respectivamente. Se pueden utilizar también grasas naturales insaturadas, pero debido a que se oxidan fácilmente no se recomienda su uso. Además producen jabones de bajo poder limpiador y mala calidad en general, de-

bido a la longitud de las cadenas de los ácidos grasos que los componen .

ACEITE DE COCO :

Un especial interés, por su extensa difusión en la industria jabonera, merece el aceite de coco, el cual se distingue de los otros aceites y grasas vegetales por su gran contenido de ácidos grasos de bajo peso molecular. Tiene un punto de fusión relativamente bajo, de 25 grados centígrados. A diferencia de otras grasas, tanto naturales como hidrogenadas, el aceite de coco no se ablanda proporcionalmente con el aumento de la temperatura, sino que pasa repentinamente de la forma sólida a la líquida dentro de los límites de bajas temperaturas. La razón de esta fusión característica se debe a su composición. Cuando una grasa funde y se ablanda gradualmente en forma plástica, está compuesta de glicéridos mixtos de bajo y de alto punto de fusión; si bien el punto de fusión de los glicéridos depende del modo en los cuales los ácidos grasos son reagrupados en cada molécula de los glicéridos, asimismo está influenciado también por el punto de fusión de los diferentes ácidos grasos componentes.

El aceite de coco contiene más variedad de ácidos grasos que otros muchos aceites y grasas, pero esta variedad está

producida por la diversidad de pesos moleculares de los ácidos saturados mas que por la diferencia en el grado de insaturación de los mismos .

Normalmente, cerca del 75 % de los ácidos grasos que componen el aceite de coco consisten en el ácido láurico, mirístico y palmítico, el otro 25 % lo componen los ácidos linoléico, oleico y esteárico principalmente .

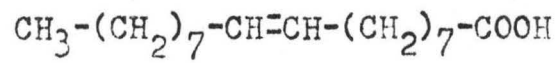
PRINCIPALES ACIDOS GRASOS COMPONENTES DEL ACEITE DE
COCO

| Nombre del Acido | Formula | Punto de Fusión Grados Centígrados |
|------------------|---|------------------------------------|
| Laúrico | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{10}-\text{CO}_2\text{H}$ | 44 |
| Mirístico | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{12}-\text{CO}_2\text{H}$ | 58 |
| Palmítico | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{CO}_2\text{H}$ | 63 |
| Linoléico | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH})_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CO}_2\text{H}$ | -7 |
| Oleico | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{CO}_2\text{H}$ | 16 |
| Esteárico | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{CO}_2\text{H}$ | 70 |

Debido a la baja insaturación de los ácidos grasos que componen al aceite de coco, lo hacen muy resistente a la rancidez .

ACIDO OLEICO :

El ácido oleico es un líquido de color amarillo seco o rojizo cuando es impuro, se obtiene de la grasa de reserva de los animales herbívoros. Tiene un punto de fusión de 16 grados centígrados, consta de una cadena de 18 carbonos con una insaturación en los carbonos 9 y 10, quedando esta justamente a la mitad de la cadena. El ácido oleico se usa en pequeñas porciones en la elaboración del jabón líquido, dando como producto un jabón transparente y muy soluble. Su formula es la siguiente :



Si mezclamos aceite de coco con una pequeña porción de ácido oleico, es de esperarse que el punto de fusión de la mezcla sea más bajo que el punto de fusión del aceite de coco, debido a una de las propiedades coligativas de las soluciones, si saponificamos esta mezcla para producir jabón líquido, este debe tener un punto de gelización¹ más bajo que un jabón formado por la saponificación del aceite de coco solamente .

1 Se entiende por punto ó temperatura de gelación ó gelización, la temperatura a la cuál un jabón líquido empieza a formar coloides .

✓ AGENTE SAPONIFICANTE :

Como agente saponificante para la fabricación de jabón líquido se recomienda el hidróxido de potasio, ya que da origen a jabones blandos; en el proceso de saponificación, - la potasa reacciona más fácilmente y con mayor celeridad que el hidróxido de sodio, pero los jabones que forma no son líquidos, pero si extremadamente solubles en agua .

Se puede usar también el hidróxido de sodio como agente saponificante, siempre y cuando esté exento de sales cálcicas y de magnesio, para poder obtener un jabón cristalino.

AGUA :

El agua a usarse debe ser destilada y si no es posible , debe estar esta exenta de sales cálcicas, magnésicas y de otros metales alcalinos, alcalinoterreos y pesados, debido a que las sales antes mencionadas pueden precipitar si usamos agua que las contenga, dando como producto un jabón líquido con precipitaciones y además muy opaco .

ALCOHOL ETILICO :

El uso del alcohol etílico en la fabricación de jabones

líquidos es muy importante, ya que ejerce funciones de solvente respecto al jabón y evita la formación de suspensiones coloidales, además aumenta la transparencia del jabón líquido. Se recomienda usar alcohol etílico que no sea desnaturado, ya que el alcohol desnaturado contiene sustancias de olor penetrante y desagradable y además no disuelve tan fácilmente los jabones, proporcionando cualidades estéticas negativas al jabón líquido. El alcohol etílico en los jabones impide la putrefacción y fermentación de estos, actuando como sustancia conservadora.

Se debe tener en cuenta para la fabricación de jabón líquido, el hecho que el alcohol introducido en los jabones tiene un efecto antiespumante.

CAPITULO II

TRABAJO EXPERIMENTAL A NIVEL LABORATORIO

Si analizámos las materias primas que intervienen en la fabricación del jabón líquido según el P.E.F. base, vemos que estas son :

Aceite de coco
Sosa cáustica en escamas (pureza Industrial)
Alcohol etílico
Agua destilada
perfume

En base a los fundamentos teóricos es necesario cambiar el aceite de coco por otros aceites o grasas, o bien hacer una combinación adecuada de los mismos .

El jabón líquido que se fabrica actualmente en la planta piloto de jabón, se hace en base a la materia prima antes mencionada, y el producto que se obtiene se geliza a los 10 grados centígrados. Para resolver este problema se optó primeramente por utilizar aceite de algodón y ácido oleico, en

las siguientes proporciones :

| Aceite De Algodón (% en peso) | Acido oleico (% en peso) |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 70 | 30 |
| 60 | 40 |
| 50 | 50 |

Se tomó esta opción debido a que estos aceites poseen puntos de fusión bajos en relación al aceite de coco (aceite de algodón -2 grados centígrados y el ácido oleico 16 grados centígrados) y entonces el jabón resultante de la saponificación de estas mezclas tendrían puntos de gelación más bajos que el jabón hecho a base de aceite de coco solamente.

Para poder fabricar el jabón líquido con las mezclas de aceites antes mencionadas, previamente se determinó el índice de saponificación de cada una de las mezclas mencionadas para poder hacer los calculos estequiométricos necesarios .

Durante el desarrollo experimental se uso la mezcla de 70% de aceite de algodón y 30% de ácido oleico por razones económicas de fabricación y porque su índice de saponificación era muy semejante a el de las otras mezclas. Se encontró que el jabón obtenido era de muy mala calidad, ya que tenía bajo poder limpiador, hacía poca espuma y además tenía un olor desagradable existiendo también la desventaja de que los aceites insaturados, tienden a oxidarse con mucha facilidad. Su punto de gelación fué de 8 grados centígrados, lo -

cual demostró que el uso de aceites con bajos puntos de fusión dan como producto jabones con puntos de gelación bajos. Pero por las desventajas anteriores, se desechó esta formulación .

Despues optamos por trabajar con las siguientes mezclas :

| # de mezcla | Aceite de coco (% en peso) | Acido oleico (% en peso) |
|-------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 70 | 30 |
| 2 | 60 | 40 |
| 3 | 50 | 50 |

A las cuales se les determinó también su indice de saponificación, obteniendose los siguientes resultados :

| # de mezcla | Indice de saponificación ($\frac{\text{mgr. de NaOH}}{\text{gr. de grasa}}$) |
|-------------|---|
| 1 | 160.2 |
| 2 | 155.7 |
| 3 | 150.6 |

En base a los fundamentos teóricos, se optó por trabajar con la mezcla número uno .

Para poder determinar la cantidad de hidróxido de sodio requerido para saponificar la mezcla número uno, se determinó el porcentaje de pureza del hidróxido de sodio, encontrándose que esta era de una pureza del 87.9% en peso. Con este

dato, se prosiguió a realizar los cálculos estequiométricos; se trabajó con una solución de hidróxido de sodio de 32 grados baumé, tal y como lo recomienda el P.E.F. base. Se prosiguió de la siguiente manera .

Base : 80 gr. de mezcla de aceite de coco y ácido oleico al 30% de este último .

Índice de saponificación = 160.2 mgr. de NaOH/gr. de mezcla Hidróxido de sodio, al 100% de pureza, requerido para saponificar 80 gr. de la mezcla de aceite de coco y ácido oleico :

$$160.2 \frac{\text{mgr. de NaOH}}{\text{gr. de grasa}} \times 80 \text{ gr. de grasa} \times \frac{\text{un gr.}}{1000 \text{ mgr.}} = 12.82 \text{ gr.}$$

Hidróxido de sodio, al 87.9% de pureza, requerido para saponificar 80 gr. de la grasa en estudio :

$$\frac{100 \text{ gr. de NaOH industrial}}{87.9 \text{ gr. de NaOH puro}} \times 12.82 \text{ gr. de NaOH puro}$$

$$= 14.58 \text{ gr. de NaOH de pureza industrial (al 87.9%)}$$

Si deseamos que el hidróxido de sodio reaccione con la grasa en estudio, a una concentración de 32 grados baumé, es necesario conocer el número de ml. de esta solución que contenga 14.58 gr. de hidróxido de sodio, para esto, se procedió de la siguiente manera :

$$\text{Grados Be.} = \frac{145.0 - 145.0}{\text{Gravedad específica}}$$

Sustituyendo los grados Be. por 32 y despejando la gravedad específica, obtenemos que esta es igual a 1.283 , pero se sabe que la gravedad específica es igual a la densidad de la solución de NaOH / la densidad del agua .

Considerando para efectos practicos la densidad del agua como un gramo / mililitro en todos nustros cálculos, tenemos que la densidad de la solución de hidróxido de sodio es igual a 1.283 gramos / mililitro .

Con este dato se sabe que un mililitro de solución de hidróxido de sodio de 32 grados Be. contiene un gramo de agua y 0.283 gr. de hidróxido de sodio de pureza industrial. Por lo tanto podemos determinar la cantidad de mililitros de sosa de 32 grados Be. que contienen 14.58 gr. de esta (con una pureza del 87.9%), los cuales saponificaran 80 gr. de la grasa en estudio, esto se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\text{un ml. de NaOH de } 32^{\circ} \text{ Be.}}{0.283 \text{ gr. de NaOH industrial}} \times 14.58 \text{ gr. de NaOH industrial}$$

≈ 51.51 ml. de NaOH de 32 grados Baumé .

Los procedimientos para obtener el indice de saponificación y el porcentaje de pureza, de una grasa y del hidróxido de sodio, se pueden localizar en los apendices A y B respectivamente .

Conociendo estos datos, se corrieron varias pruebas y se obtuvo una formulación adecuada, aunque no la definitiva,

para la obtención de jabón líquido, quedando como sigue a continuación :

Base : un litro de jabón líquido

| | |
|----------------------------|-----------|
| Aceite de coco | 56.0 gr. |
| Acido oleico | 24.0 gr. |
| Hidróxido de sodio 32° Be. | 51.5 ml. |
| Alcohol etílico | 140.0 ml. |
| Agua destilada | 720.5 ml. |

Procedimiento :

En un recipiente se mezcla el alcohol etílico con la solución de hidróxido de sodio y se agita por 5 minutos, - inmediatamente después se añade en forma lenta y constante el aceite de coco con el ácido oleico (se calienta previamente esta mezcla a 80 grados centígrados) y se agita por espacio de 20 minutos aproximadamente hasta que la mezcla aumenta de viscosidad repentinamente, después de esto, se agrega el agua destilada en forma lenta y constante y se agita durante 5 minutos, la agitación debe ser lenta para evitar que se forme mucha espuma y para homogenizar la solución de jabón líquido .

Se debe tener un cuidado especial al observar el momento exacto en que la mezcla de aceite, grasa, alcohol y solución de sosa caustica, aumenta de viscosidad repentinamente, ya que si en este preciso instante no se le agrega el agua,

el jabón ya formado se solidifica, dando como resultado un jabón líquido muy opaco y con precipitaciones de color blanco cremoso .

La solución de hidróxido de sodio utilizada para obtener el jabón líquido, se filtró sobre fibra de vidrio para eliminar los sólidos que pudiera haber contenido y así poder obtener un jabón líquido de buena calidad .

El jabón líquido obtenido con esta formulación, era de un color amarillo claro , cristalino, su temperatura de gelación era de 5 grados centígrados, tenía un poder limpiador alto, ya que se hicieron pruebas de limpieza satisfactorias - en cuanto a su facilidad para desmanchar y disolver grasas; hacía buena espuma, aunque no en abundancia, se le encontró el defecto de que irritaba las manos al contacto con este, pues tenía un PH de 13.3, para eliminar este problema se le realizó una titulación con ácido sulfúrico en presencia de fenoftaleina como indicador, esta titulación nos debe indicar los gr. de hidróxido de sodio que tiene en exceso. Se llegó a las siguientes conclusiones :

Se tomaron muestras de jabón líquido con una pipeta de 50 ml., se les añadió fenoftaleina tomando un color rosado el jabón, después se titularon las muestras con ácido sulfúrico de 0.495 de normalidad, obteniéndose que se requerían de 7 ml. de ácido sulfúrico 0.495 N para neutralizar el jabón.

$$\text{Como } V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

podemos designar con el número 1 al ácido sulfúrico y con el número 2 al jabón líquido, el cual se puede considerar como una solución de hidróxido de sodio. Entonces tenemos que :

$$7 \text{ ml. } \times 0.495 = 50 \text{ ml. } \times N_2$$

Si despejamos la normalidad del jabón líquido obtenemos que esta es igual a 0.0693 .

ya que la formula de normalidad es la siguiente :

$$N = \frac{\text{gr. (NaOH)} \times \# \text{ de Equivalentes (para el NaOH = 1)}}{\text{P.M. (NaOH)} \times \text{lt. de solución}}$$

podemos despejar el número de gramos de NaOH al 100% de pureza que contiene un litro del jabón líquido obtenido, obteniéndose que este contiene 2.77 gr. de NaOH sin reaccionar .

Con este dato se realizó una rectificación general de la formulación para el jabón líquido, en lugar de utilizar 12.816 gr. de sosa cáustica pura, se optó por usar solamente 11 gramos de esta, con la finalidad de disminuir el PH, los calculos para determinar el número de mililitros de sosa cáustica de 32 grados Be. que contienen 11 gr. de sosa pura se realizaron de la misma forma como se describió anteriormente, obteniéndose que se requieren 44.5 ml de esta solución, el alcohol etílico se disminuyo de 140 ml. a 130 ml. con

el fin de aumentar el poder espumante, el agua aumento de 720.5 ml. a 737.5 ml. para conservar el volumen total .

Con esta nueva formulación se produjo nuevamente jabón líquido, se uso el mismo procedimiento que se describió con anterioridad. Se obtuvo un jabón de color amarillo claro cristalino, tenía un poder limpiador semejante al jabón fabricado con la formulación anterior a esta, su PH fué de 12.56 con lo cual ya no maltrataba las manos en exceso, su temperatura de gelación fué de 2 grados centígrados, por lo que se decidió que esta formulación sería la definitiva, pues solucionaba el problema planteado inicialmente .

CAPITULO III

COMPARACION FISICA Y ECONOMICA DE PROCESO ENTRE LA FORMULACION PROPUESTA Y LA FORMULACION SEGUN EL P. E. F. BASE

A continuación se muestra una tabla comparativa, en cuanto a las propiedades físicas más importantes y el costo de los jabones líquidos fabricados con los dos diferentes procesos y formulaciones mencionadas anteriormente .

| | FORMULACION PROPUESTA | FORMULACION SEGUN P.E.F. BASE |
|---|----------------------------|----------------------------------|
| Costo / litro (envasado) | \$ 17.82 | \$ 12.15 |
| PH | 12.56 | 8.0 |
| Temperatura de gelación | 2° C | 10° C |
| Temperatura del acei- te al reaccionar | 80° C | 130° C |
| Tiempo de reacción ² | 20 min. | 15 min. |
| Tiempo total de fabricación | 30 min. | 35 min. |
| Aspecto estético en general | es claro y transparente | es un poco opaco |
| Equipo | el mismo | el mismo |
| Disponibilidad de la materia prima | la misma | la misma |

² Este es el tiempo durante el cuál permanecen en contacto y reaccionando la grasa y la sosa en presencia del alcohol etílico, en el proceso del P.E.F. base la última porción de grasa solo esta en contacto y reaccionando con la sosa por un espacio de tiempo limitado, lo cuál ocasiona que la grasa no reaccione completamente, además, de que al momento de añadir la última porción de grasa, el jabón ya formado comienza a solidificarse dificultándose la obtención de un jabón líquido que no presente sólidos en suspensión .

Como se pudo apreciar en la evaluación física y económica de los jabones líquidos producidos por las dos formulaciones y procesos, la mayor desventaja del jabón líquido hecho con la formulación y proceso propuestos es su costo, el cual es más elevado respecto al fabricado con las indicaciones del P.E.F. base, pero en complementación a esto se obtiene un jabón líquido de mayores cualidades físicas y que además soluciona el problema de gelización a bajas temperaturas. En este caso estamos sacrificando el costo en aras de la calidad, en general consideramos que tanto el proceso como la formulación para la fabricación líquido fué mejorado, ya que se obtiene un mejor producto y con una mayor facilidad, pues se manejan las grasas a temperaturas no muy altas, lo cual nos ayuda a disminuir las evaporaciones del alcohol etílico, el cuál es de suma importancia para poder obtener un jabón líquido cristalino, sin suspensiones. El hecho de poner a reaccionar toda la grasa desde el inicio de la reacción, elimina la posibilidad de que se solidifique el jabón formado antes de que se añada la totalidad de la grasa a saponificar. En cuanto al PH del jabón obtenido con la formulación y proceso propuestos, no es excelente pero es aceptable, ya que la sosa cáustica también posee propiedades limpiadoras y se decidió así dejarlo, pero si se desea bajar el PH del jabón solo hay que disminuir la totalidad de sosa cáustica en exceso. A continuación se mencionaran algunas recomendaciones

en cuanto a las materias primas a usar y como controlar su calidad para poder obtener un jabón líquido de calidad.

Con el objeto de conocer la cantidad exacta de hidróxido de sodio que debe reaccionar con un gramo de grasa, se debe determinar el índice de saponificación de la mezcla de aceite de coco y ácido oleico en cada ocasión que se utilice un nuevo lote, ya sea de aceite de coco o de ácido oleico. Si el PH del jabón que se fabrique nos indica que tiene un exceso de hidróxido de sodio, debemos titular el jabón líquido con ácido sulfúrico de normalidad lo más proxima a 0.5 y - hacer los cálculos que se describieron con anterioridad para estos fines, y así poder eliminar el exceso de sosa cáustica.

En cuanto al hidróxido de sodio utilizado, es necesario conocer su porcentaje de pureza, ya que comunmente es impura, el porcentaje de pureza nos sirve para conocer la cantidad de sosa cáustica debemos usar conociendo la cantidad de esta pura. Esto se debe llevar a cabo cada vez que se utilice un nuevo lote de sosa cáustica. Antes de usar el hidróxido de sodio en solución, esta debe dejarse en reposo por lo menos un día, despues de lo cuál debe filtrarse sobre fibra de vidrio con el fin de eliminar los sólidos en suspensión .

Lo que respecta al alcohol etílico, debe procurar usarse aquel que no sea desnaturalizado si es posible, ya que tie-

ne mejores cualidades para ser usado en la fabricación de jabón líquido, que el alcohol etílico desnaturalizado .

El agua a usarse debe tener el menor grado de pureza posible, pues de ella depende que el jabón no presente precipitaciones de sales que pueda tener esta , si no se usa la recomendada .

Si se siguen las indicaciones del proceso y la calidad de las materias primas a usar, se podrá obtener un jabón líquido de alta calidad; pero si por alguna razón se llegara a obtener un jabón opaco y con precipitaciones, podemos filtrar este y mejorar su aspecto .

CAPITULO IV

FORMULACION PROPUESTA Y SU ANALISIS ECONOMICO

La formulación que se menciona a continuación, es la requerida para la producción de un litro de jabón líquido, su costo se determinará tomando como base un litro del mencionado jabón puesto en una botella de plástico de 960 mililitros. Además, se considero que tanto el gas (consumido en calentar la mezcla de aceite de coco y ácido oleico), la energía eléctrica (gastada en la agitación de los reactivos) y la mano de obra utilizada, son proporcionadas por la Universidad De Monterrey y por lo tanto su costo no lo tomaremos en cuenta, ya que próximamente la planta piloto de jabón servira como laboratorio de Ingeniería Química. En lo que respecta a la depreciación del equipo usado , en este análisis no se tomara en cuenta pero se hara en el análisis económico de la planta piloto de jabón .

FORMULACION PROPUESTA

| | | |
|--------------------------------|-------|------------------|
| Aceite de coco | | 56.0 gramos |
| Acido oleico | | 24.0 gramos |
| Solución de NaOH de 32° Be. | | 44.5 mililitros |
| Alcohol etílico | | 130.0 mililitros |
| Agua destilada | | 737.5 mililitros |

ANALISIS ECONOMICO

A continuación se mencionaran los costos actuales de la materia prima utilizada en nuestro proceso, cabe hacer notar que estas materias primas utilizadas no son de una calidad especial y mucho menos de una pureza completa .

| | | |
|--------------------------|-------|----------------|
| Aceite de coco | | \$ 46.76 / Kg. |
| Acido oleico | | \$ 51.79 / Kg. |
| Sosa cáustica en escamas | .. | \$ 35.20 / Kg. |

Alcohol etílico desnaturalizado .. \$ 64.70 / Lt.
 Agua destilada \$ 0.475 / Lt.

Aunque la botella de plástico de 960 ml. no es una materia prima para la fabricación del jabón líquido, también tomaremos en cuenta su costo, ya que es considerable y además embotellado el jabón líquido es como se entrega a los consumidores :

Botella de plástico de 960 ml. .. \$ 4.76 / botella
 * .40

COSTO DE FABRICACION :

4.76 → 0.40
 x → 1

Aceite de coco :

56.0 gr. x \$ 46.76 / 1000 gr. = \$ 2.62 / Lt. de jabón

Acido oleico :

24.0 gr. x \$ 51.79 / 1000 gr. = \$ 1.24 / Lt. de jabón

Sosa cáustica en escamas :

12.5 gr. x \$ 35.20 / 1000gr. = \$ 0.44 / Lt. de jabón

Alcohol etílico desnaturalizado :

130.0 ml. x \$ 64.7 / 1000 ml. = \$ 8.41 / Lt. de jabón

Agua destilada :

737.5 ml. x \$ 0.475 / 1000 ml. = \$ 0.35 / Lt. de jabón

Botella de plástico de 960 ml. de capacidad :

una botella x \$ 4.76 / botella = \$ 4.76 / Lt. de jabón

Si sumamos todos los costos anteriores, obtenemos que un litro de jabón líquido envasado nos cuesta \$ 17.82 .

11.901

CAPITULO V.

ANALISIS ECONOMICO DE LA PLANTA PILOTO DE JABON

A continuación se realizará un análisis económico de la planta piloto de jabón, suponiendo que esta venderá el 20% de su producción, tanto de jabón sólido como líquido. El precio de venta de los jabones será de un 20 a un 25% de más en base al costo de producción.

Para determinar el costo de producción, se tomara en cuenta la depreciación del equipo más importante utilizado en cada proceso, con el fin de que en el lapso de vida del equipo la planta pueda financiarlo. El costo de recuperación de todo el equipo a depreciar, se a considerado como cero. La base de este estudio será la producción de un semestre .

DEPRECIACION DE EQUIPO

| EQUIPO | COSTO \$ | AÑOS DE VIDA | DEPRECIACION ANUAL | DEPRECIACION SEMESTRAL |
|---|-------------|-----------------|-----------------------|---------------------------|
| Agitador de 1/15 HP | 12157.6 | 15 | \$ 810.5 | \$ 405.25 |
| Reactor de plastico y termómetro instalado | 770.00 | 5 | \$ 154.00 | \$ 77.00 |
| Reactor en acero ino- xidable con tapa y fle- cha de agi- tación | 37675.0 | 20 | \$ 1883.75 | \$ 941.90 |
| Tanque en acero ino- xidable de 100 litros | 19800.0 | 20 | \$ 990.00 | \$ 495.00 |
| Bascula de 500 Kg. de capacidad | 6255.6 | 15 | \$ 417.00 | \$ 208.50 |
| Balanza gravimé - trica | 3349.5 | 10 | \$ 334.95 | \$ 167.50 |

JABON SOLIDO

La base para determinar el costo de producción del jabón sólido será un semestre con una producción total de 106 kilogramos, supondremos que de esta producción se venderan 21.2 kilogramos .

COSTO DE PRODUCCION :

| CONCEPTO | COSTO |
|--|------------|
| Depreciación del motor agitador | \$ 202.62 |
| Depreciación del reactor con un termómetro instalado | \$ 77.00 |
| Depreciación de la bascula | \$ 104.25 |
| Depreciación de la balanza gravimétrica | \$ 83.73 |
| Gastos por equipo roto | \$ 69.50 |
| Materias primas | \$ 3651.00 |

Costo de Producción = \$ 4,188.10

$$\text{Costo de producción / Kg. de jabón} = \frac{\$ 4,188.10}{106 \text{ Kg.}}$$

$$= \$ 39.51 / \text{kilogramo}$$

Suponiendo un precio de venta de \$50.00/Kg. (precio promedio en el mercado) de los 21.2 Kg. a vender, podemos determinar las utilidades que podemos obtener al hacer esta operación :

$$\begin{aligned} \text{Ventas} &= \frac{\$ 50.00}{\text{Kg.}} \times 21.2 \text{ Kg.} = \$ 1,060.00 \\ (-) \text{Costo de producción} &= \frac{\$ 39.51}{\text{Kg.}} \times 21.2 \text{ Kg.} = \$ 837.58 \end{aligned}$$

$$\text{Utilidades} = \$ 222.42$$

JABON LIQUIDO

La base para la determinación del costo de producción del jabón líquido será un semestre con una producción total estimada en 2500 litros, se supondrá que se venden 500 litros durante el semestre .

COSTO DE PRODUCCION :

| CONCEPTO | COSTO |
|---|--------------|
| Depreciación del motor agitador | \$ 202.62 |
| Depreciación del reactor de acero inoxidable con tapa y flecha para agitación | \$ 941.90 |
| Depreciación del tanque de agua destilada en acero inoxidable | \$ 495.00 |
| Depreciación de la bascula | \$ 104.25 |
| Depreciación de la balanza gravimétrica | \$ 83.73 |
| Gastos por equipo roto | \$ 65.00 |
| Materias primas | \$ 44,550.00 |

Costo de Producción = \$ 46,442.50

$$\text{Costo de producción / Lt. de jabón} = \frac{\$ 46,442.50}{2,500 \text{ Lt.}}$$

$$= \$ 18.57 / \text{Litro}$$

Suponiendo un precio de venta de un 20% demás sobre el costo de producción de los 500 litros a vender, podemos determinar las utilidades del ejercicio de un semestre :

$$\text{Precio de venta} = \$ 18.57 + \$ 18.57 \times \frac{20}{100} = \$ 22.30$$

$$\text{Ventas} = \frac{\$ 22.30}{\text{Lt.}} \times 500 \text{ Lt.} = \$ 11,150.00$$

$$(-) \text{ Costo de producción} = \frac{\$ 18.57}{\text{Lt.}} \times 500 \text{ Lt.} = \$ 9,285.00$$

$$\text{Utilidades} = \$ 1,865.00$$

Al finalizar un semestre, se estima que la planta piloto de jabón obtenga utilidades por \$ 2087.42

Como es lógico suponer, estas utilidades no son nada buenas desde el punto de vista de negocio, pero se debe recordar que el objetivo de la planta piloto de jabón es didáctico mas que económico .

CAPITULO VI

DISEÑO DEL EQUIPO PARA LA FABRICACION DE JABON LIQUIDO A NIVEL PLANTA PILOTO

El diseño del equipo que a continuación se mostrará, se hará en base a una producción máxima de 100 litros de jabón líquido por bach .

RESUMEN DEL EQUIPO UTILIZADO EN EL PROCESO

Un reactor en acero inoxidable con tapa de material acrílico transparente .

Un tanque de acero inoxidable para almacenar agua destilada, con medidor de nivel externo acoplado .

Un motor de 1/15 de HP para agitación .

Una flecha con dos impulsores, todo en acero inoxidable.

Una bomba usada para el desagüe en lavadoras .

Una válvula de paso de 1/2 de pulgada en acero inoxidable.

Tres válvulas de laboratorio en acero inoxidable, estas tendrán la función de dosificadores .

Una unión cruceta en acero inoxidable de 1/2 de pulgada .

Dos codos de 90° de 1/2 pulgada en acero inoxidable .

Dos codos de 90° de 1/2 de pulgada en PVC .

30 cm. de tubería de acero inoxidable de 1/2 pulgada, cortado en tramos de 10 cm. , cada tramo roscado por ambos lados.

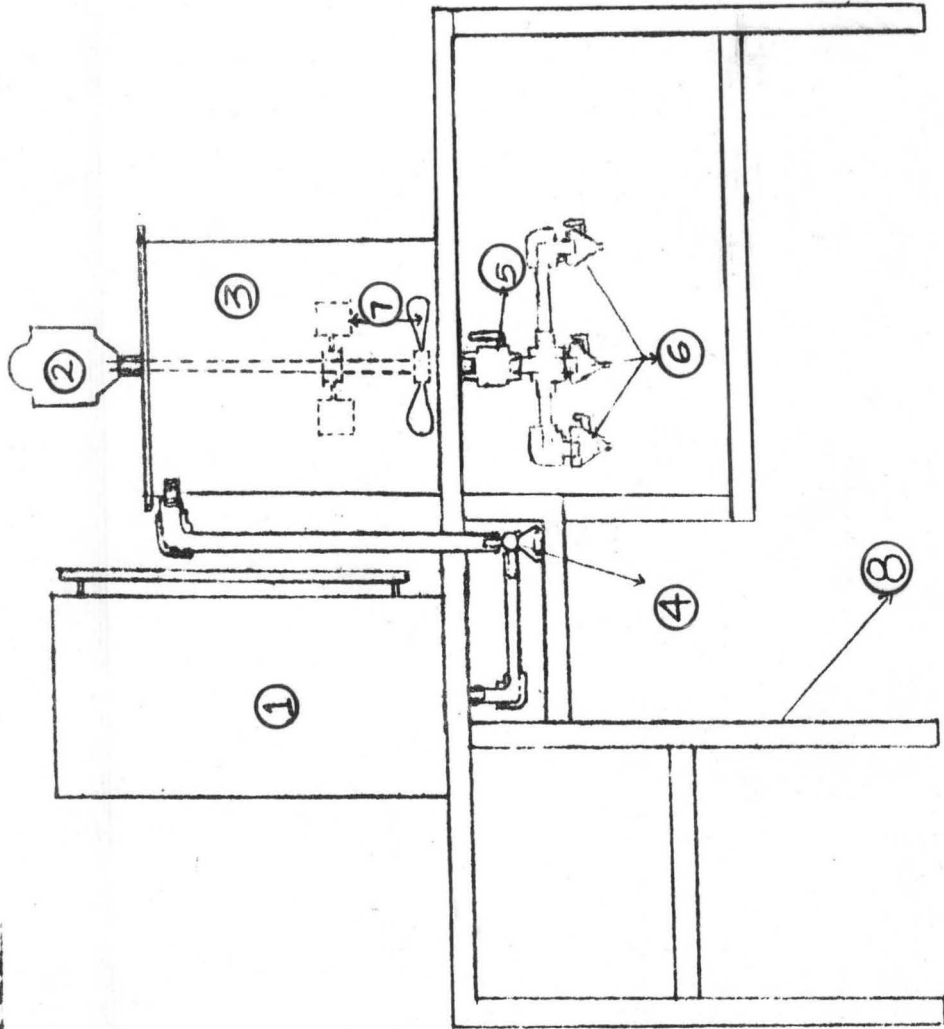
1.5 mt. de manguera de plástico transparente de 1/2 pulgada .

ESPECIFICACIONES SOBRE EL DIAGRAMA GENERAL DEL PROCESO :

El equipo requerido en el proceso de fabricación de jabón líquido está montado sobre una estructura de metal, existente en la División de Ciencias Naturales y Exactas .

- 1.- Deposito para el agua destilada .
- 2.- Motor para agitación .
- 3.- Reactor .
- 4.- Bomba para alimentar de agua al reactor .
- 5.- Válvula de paso .
- 6.- Válvulas de laboratorio que servirán como dosificadores .
- 7.- Impulsores .
- 8.- Estructura metálica .

DIAGRAMA GENERAL
DEL PROCESO



ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL REACTOR :

Se fabricara en lámina de acero inoxidable, el espesor a usar será el que recomiende el fabricante, llevará soldadura para el mismo material, esta se aplicara tanto interna como externamente. La tapa se hara de material acrílico transparente. La parte superior del reactor, que servira de sosten para el motor agitador, será hecho de perfil de 3 x 5 cm. . El reactor tendra una oreja de 2.5 cm. , la cual servira para el sosten de la tapa .

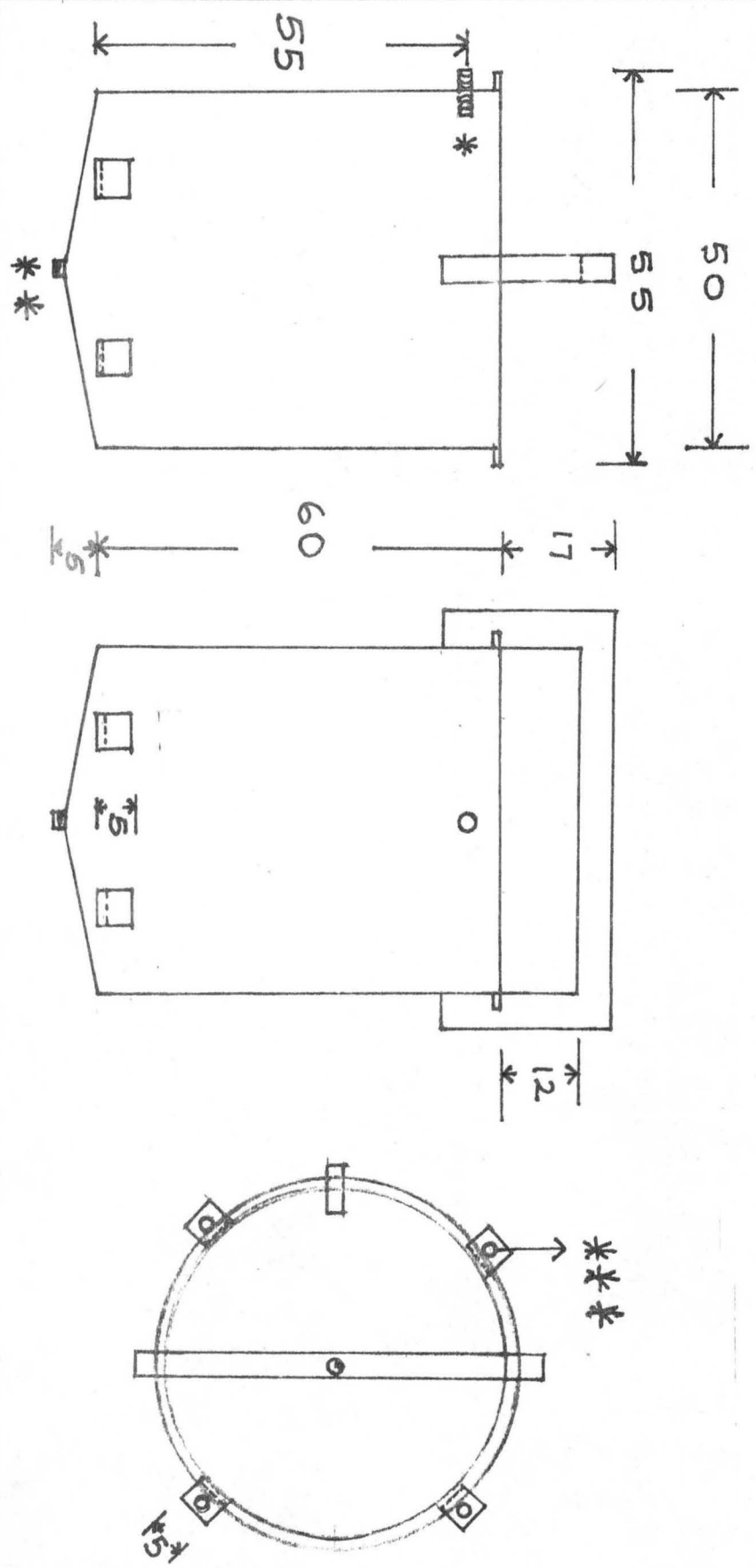
* Tubería de acero inoxidable con rosca externa en ambos lados de 1/2 de pulgada, la longitud del tubo, tanto interno como externo, será de una pulgada .

** Tubería de acero inoxidable con rosca externa de 1/2 de pulgada con una longitud también de 1/2 de pulgada .

*** Los angulos de sercha, que servirán para fijar el reactor, tendrán orificios de 1/4 de pulgada de diámetro .

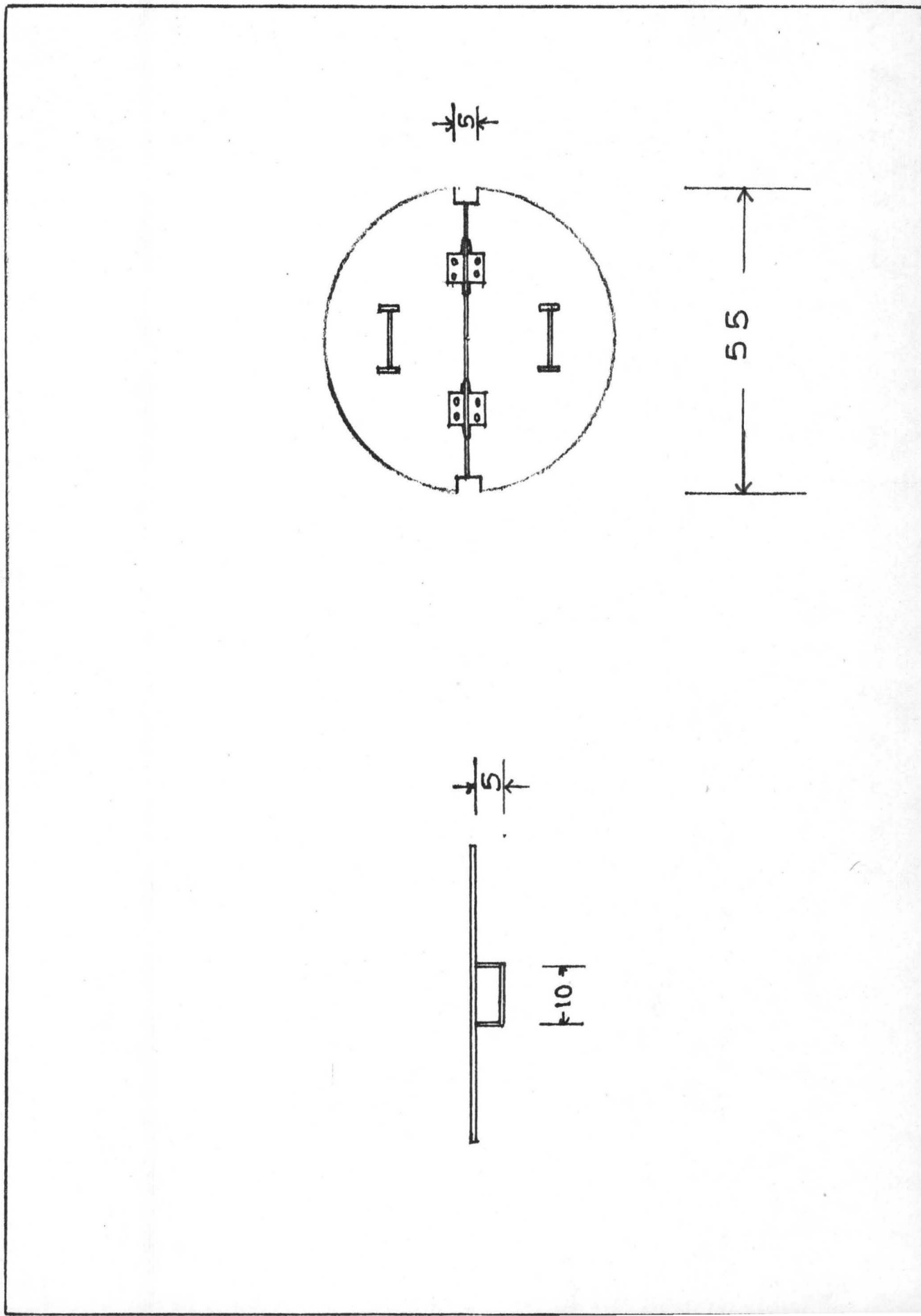
Diseño del reactor .

Las acotaciones estan dadas en centímetros .



diseño de la tapa del reactor .

Las acotaciones estan dadas en centímetros .



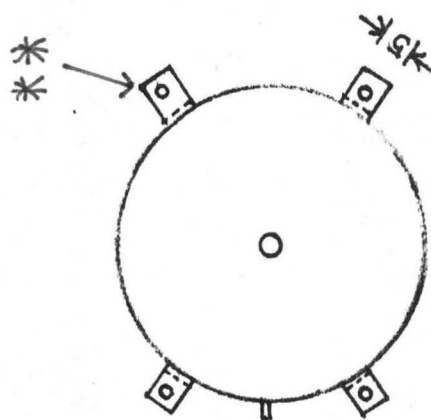
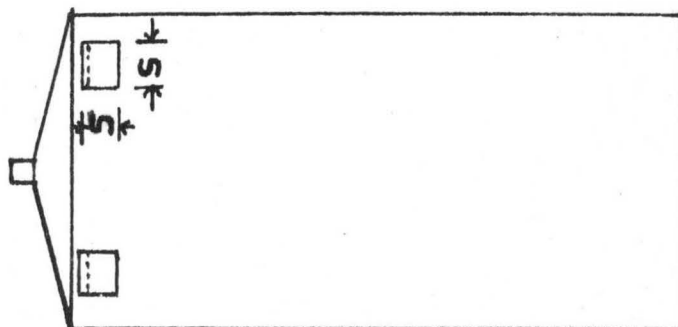
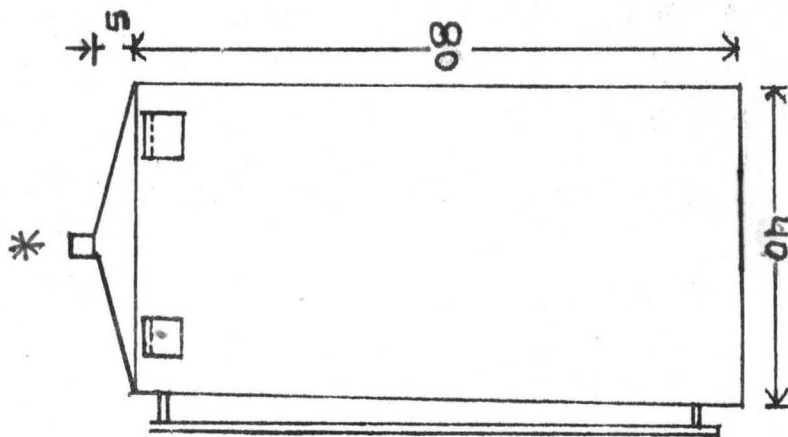
ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL TANQUE PARA EL AGUA
DESTILADA :

Este tanque se fabricara en lámina de acero inoxidable, el espesor de la lámina será el que recomiende el fabricante, el medidor de nivel externo será de material plastico y se sellara al tanque con silicon .

* Tubería de acero inoxidable de 1/2 de pulgada con rosca externa, su longitud será de una pulgada .

** Los angulos de sercha, que servirán para fijar el tanque, serán soldados y con orificios de 1/4 de pulgada de diámetro .

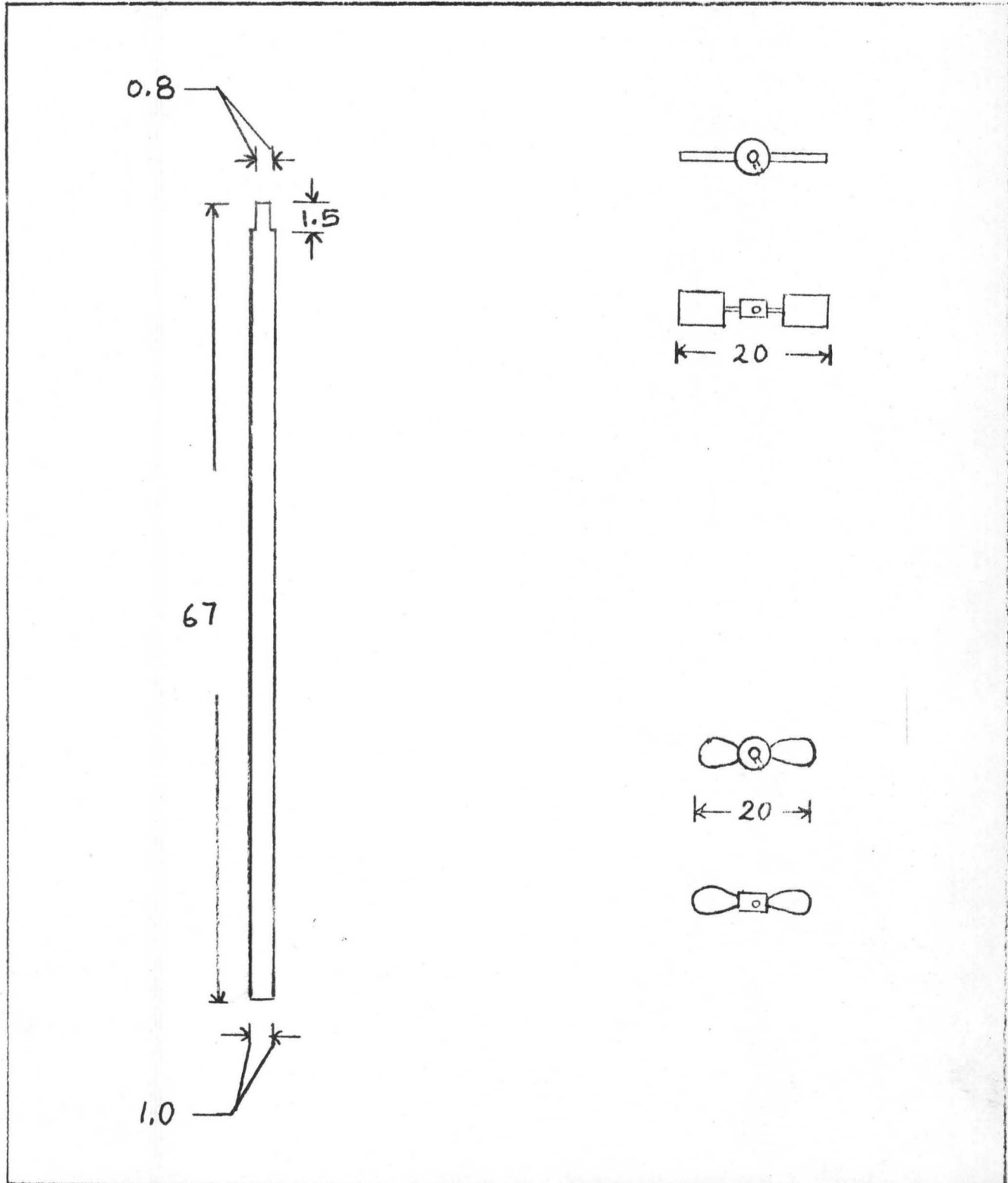
Las acotaciones estan dadas en centímetros



DISEÑO DE LA PROPELA

Tanto la flecha como los impulsores se fabricaran en acero inoxidable, estos últimos se podran mover a voluntad dependiendo del volumen de producción .

Las acotaciones estan dadas en centímetros .



COTIZACION DEL EQUIPO FALTANTE REQUERIDO EN EL PRO -
CESO PARA FABRICAR JABON LIQUIDO :

Los precios que a continuación se mencionan, incluyen el impuesto al valor agregado .

| | |
|--|--------------|
| Un reactor en acero inoxidable con tapa en material acrí- lico transparente | \$ 30,525.00 |
| Un tanque en acero inoxidable con medidor de nivel ex - terno incluido | \$ 19,800.00 |
| Una bomba para el desegüe de lavadoras, marca Crolls | \$ 816.00 |
| Una flecha con dos impulsores, todo en acero inoxidable | \$ 7,150.00 |
| Una válvula de paso en acero inoxidable, de 1/2 de pul- gada de diámetro | \$ 500.00 |
| Tres válvulas de laboratorio en acero inoxidable | \$ 2,700.00 |
| Una unión cruceta en acero inoxidable de 1/2 de pulgada | \$ 90.00 |
| Dos codos de 90° de 1/2 de pulgada en acero inoxidable | \$ 150.00 |
| Dos codos de 90° de 1/2 de pulgada en PVC | \$ 60.00 |
| 1.5 mt. de manguera de plástico transparente de 1/2 de | |

| | | | |
|---------------------------------------|-------|----|--------|
| pulgada de diámetro | | \$ | 125.00 |
| 30 cm. de tubería de acero inoxidable | | \$ | 200.00 |

PROVEEDORES DEL EQUIPO FALTANTE :

TANQUES Y CILOS GONZALEZ S.A.

PLOMERIA Y DERIVADOS S.A.

PROVEEDORA TECNICA INDUSTRIAL S.A.

ASISTENCIA TECNODOMESTICA S.A.

CONCLUSIONES

ASPECTO TECNICO

Al llevar a cabo la formulación y proceso propuesto a nivel piloto, se observó turbidez en el producto, la cuál pudo haber sido ocasionada por los siguientes motivos :

- a) Uso de alcohol desnaturalizado en lugar de alcohol no desnaturalizado .
- b) Posible uso de agua parcialmente mineralizada .
- c) tiempos de reacción a nivel piloto diferentes a nivel laboratorio .

Por lo tanto hacemos las siguientes recomendaciones :

I) Llevar un control estricto en cuanto a la calidad de las materias primas a usar .

II) Estudiar más exhaustivamente los tiempos de reacción a nivel planta piloto .

Se han hecho estas recomendaciones debido a que a nivel planta piloto intervienen cantidades mayores a las usadas a nivel laboratorio y por lo tanto se deben realizar las experimentaciones necesarias para poder conocer las fluctuaciones de las variables encontradas a nivel laboratorio.

ASPECTO ECONOMICO

El costo por producir un litro de jabón líquido con la formulación propuesta, es elevado, si se compara con el costo de producción del jabón obtenido con las indicaciones del P.E.F. base. Este costo lo podemos reducir, si se disminuye la cantidad de alcohol etílico utilizado en el proceso y la cantidad de sosa (aunque esta no disminuye desmesuradamente el costo) añadida; para esto, como se mencionó anteriormente, se requiere encontrar tiempos apropiados de reacción a nivel planta piloto y el PH apropiado para el jabón líquido.

Ya que la diferencia en costos entre los jabones líquidos comparados con anterioridad, lo constituye principalmente la diferencia de alcohol etílico utilizado en ambas formulaciones. Por lo tanto se vuelve a hacer la recomendación de estudiar las variables a nivel planta piloto y con

principal interes, la cantidad de alcohol etílico necesario para obtener un jabón líquido de calidad a nivel planta piloto, si se quiere abatir el costo del jabon líquido .

APENDICE A

INDICE O NUMERO DE SAPONIFICACION

Se conoce con el nombre de número o índice de saponificación, el número de miligramos de NaOH necesarios para saponificar un gramo de grasa o aceite , o ya sea una combinación de estos .

El índice o número de saponificación nos da una idea aproximada de la cantidad de enlaces estéricos que existen en un aceite o grasa. Si el índice es alto, nos indica que existen muchos enlaces estéricos y por lo tanto, las cadenas de los ácidos grasos son relativamente cortas. Por el contrario, un índice bajo nos indica la existencia de pocos enlaces estéricos y por ende, los ácidos grasos poseen cadenas largas con un elevado peso molecular .

Procedimiento Para Determinar El Índice O Número de Saponificación :

Primeramente se prepara una solución alcoholica de KOH al 4% , de la siguiente manera :

Se pesan 40 gr. de KOH y se aforan a un litro con alcohol etílico, cuidando que el KOH se disuelva completamente .

Despues de esto se toman varias muestras del aceite o grasa o mezcla de ambos, a las cuales se desea determinar el indice de saponificación. En varios matraces se pesan muestras de la grasa en estudio (aproximadamente 5 gramos) despues de esto, a cada muestra se le añade con una pipeta 50 ml. de solución alcoholica de KOH, esta mezcla se pone a ebullición con un tubo de reflujo por espacio de 30 minutos, al termi - nar el tiempo de reflujo se deja enfriar las muestras, ya - frias las muestras saponificadas, se les añade fenoftaleina como indicador, y las muestras se titulan con ácido sulfúri - co de una concentración lo más aproximada a 0.5 Normal, se anotan los mililitros de ácido gastados en neutralizar las muestras, esta termina al momento en que cambian las mues - tras de color rosa a blanco.

Por separado se toman varias muestras de la solución al - coholicas de KOH y se titulan con ácido sulfúrico (usando el mismo ácido usado en la titulación de las muestras), se ano -

tan los mililitros gastados en esta titulación, a esta solución la llamaremos solución blanca . Después de haber realizado lo antes descrito, se realizan los siguientes cálculos, obteniéndose los resultados en miligramos de NaOH / gramo de grasa .

$$\text{Índice de Saponificación} = \frac{(a - b) \times P.M. \times N}{\text{peso de la muestra de grasa}}$$

Donde :

a = ml. de ácido sulfúrico gastados en titular la muestra de solución blanca .

b = ml. de ácido sulfúrico gastados en titular la muestra de grasa .

P.M. = Es el peso molecular del hidróxido de sodio y que es igual a 40.0 .

N = Es la normalidad del ácido sulfúrico usado para realizar las titulaciones .

Peso de la muestra de grasa = Es el número de gramos de grasa, aceite o mezcla de ambos que se pesaron y pusieron en ebullición con la solución de hidróxido de sodio alcohólico.

APENDICE B

PORCENTAJE DE PUREZA DEL HIDROXIDO DE SODIO

El hidróxido de sodio industrial (usados en la fabricación de nuestro jabón líquido) contiene impurezas, tales como carbonatos y otras sales, por lo tanto es muy importante conocer el porcentaje de hidróxido puro que contiene este producto industrial, para determinar este porcentaje se debe realizar el siguiente procedimiento :

Se pesan 10 gramos del hidróxido de sodio al cuál se desea determinar su porcentaje de pureza y se afora a un litro con agua destilada. Despues de esto se toman muestras de la solución con una pipeta de 25 ml., las muestras se titulan con ácido sulfúrico de normalidad aproximada a 0.5 Normal, se usa fenoftaleina como indicador y se anotan los mililitros gastados en la titulación de la solución de NaOH, con este -

dato se realizan las siguientes operaciones para obtener directamente el porcentaje de pureza del hidróxido de sodio :

$$\% \text{ de pureza del NaOH} = \frac{A \times N \times \text{Meq.} \times 100}{\text{peso de la muestra en gramos}}$$

Donde :

A = ml. de ácido sulfúrico gastados en la titulación .

N = Normalidad del ácido sulfúrico usado en la titulación.

Meq. = Número de miliequivalentes del NaOH = 0.040 .

Peso de la muestra = Son los gramos de NaOH en estudio contenidos en 25 ml. de la solución muestra, esta variable se determina con la siguiente formula :

$$\frac{\text{Peso total de NaOH}}{1000} \times 25 \text{ ml.}$$

APENDICE C

TABLA ESTEQUIOMETRICA PARA LA FABRICACION DE JABON LI-
QUIDO

La tabla estequiométrica que a continuación se expone, nos indica las cantidades necesarias para fabricar una cantidad X de jabón líquido, para su uso solo se requiere conocer la cantidad de litros de jabón líquido que deseamos fabricar, tiramos una línea imaginaria en forma horizontal y automáticamente conoceremos las cantidades necesarias de materia prima para fabricar la cantidad elegida de jabón líquido .

Si la cantidad de jabón líquido que deseamos hacer no se encuentra en la tabla estequiométrica se puede hacer una interpolación lineal para encontrar la cantidad exacta de materia prima requerida para fabricar la cantidad deseada de jabón líquido .

| Aceite de coco en Kg. | Acido oleico en Kg. | Sln. de NaOH en Lt. | Alcohol etilico en Lt. | Agua en Lt. | Litros de ja- bón . |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------|---------------------------|
| 0.056 | 0.024 | 0.0445 | 0.13 | 0.7375 | 1 |
| 0.224 | 0.096 | 0.178 | 0.52 | 2.95 | 4 |
| 0.448 | 0.192 | 0.356 | 1.04 | 5.90 | 8 |
| 0.672 | 0.288 | 0.534 | 1.56 | 8.85 | 12 |
| 0.896 | 0.384 | 0.712 | 2.08 | 11.80 | 16 |
| 1.12 | 0.48 | 0.89 | 2.60 | 14.75 | 20 |
| 1.344 | 0.576 | 1.068 | 3.12 | 17.70 | 24 |
| 1.568 | 0.672 | 1.246 | 3.64 | 20.65 | 28 |
| 1.792 | 0.768 | 1.424 | 4.16 | 23.60 | 32 |
| 2.016 | 0.864 | 1.602 | 4.68 | 26.55 | 36 |
| 2.240 | 0.960 | 1.780 | 5.20 | 29.50 | 40 |
| 2.464 | 1.056 | 1.958 | 5.72 | 32.45 | 44 |
| 2.688 | 1.152 | 2.136 | 6.24 | 35.40 | 48 |
| 2.912 | 1.248 | 2.314 | 6.76 | 38.35 | 52 |
| 3.136 | 1.344 | 2.492 | 7.28 | 41.30 | 56 |
| 3.360 | 1.440 | 2.670 | 7.80 | 44.25 | 60 |
| 3.584 | 1.536 | 2.848 | 8.32 | 47.20 | 64 |
| 3.808 | 1.632 | 3.026 | 8.84 | 50.15 | 68 |
| 4.032 | 1.728 | 3.204 | 9.36 | 53.10 | 72 |
| 4.256 | 1.824 | 3.382 | 9.88 | 56.05 | 76 |
| 4.480 | 1.920 | 3.560 | 10.40 | 59.00 | 80 |
| 4.704 | 2.016 | 3.738 | 10.92 | 61.95 | 84 |

| Aceite de coco en Kg. | Acido oleico en Kg. | Sln. de NaOH en Lt. | Alcohol etílico en Lt. | Agua en Lt. | Litros de ja- bón . |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------|---------------------------|
| 4.928 | 2.112 | 3.916 | 11.44 | 64.90 | 88 |
| 5.152 | 2.208 | 4.094 | 11.96 | 67.85 | 92 |
| 5.376 | 2.304 | 4.272 | 12.48 | 70.80 | 96 |
| 5.60 | 2.40 | 4.45 | 13.00 | 73.75 | 100 |

BIBLIOGRAFIA

- BADGER, Walter, L. y Banchemo, Julius, T. , Introducción a la ingeniería química. México D.F., Libros Mc. Graw Hill S.A., 1977.
- BONADEO, Iginio, Cosmética moderna. Barcelona España, Editorial científica-médica, 1963.
- DAVALOS, Santos, Ricardo, Ivan, Obtención del jabon líquido en el laboratorio. Monterrey N.L. México, Reporte del programa de evaluación final 1979.
- FIESER, Louis, F. y Fieser, Mary, Química orgánica fundamental. Barcelona España, Editorial Reverté S.A., 1964.
- HAMILTON, Leicester, F. y Simpson, Stephen, G., Cálculos de química analítica. Sexta edición, Madrid España, Libros Mc. Graw-Hill S.A., 1976.
- MORRISON, Thorton, Robert y Boyd, Neilson, Robert, Química orgánica. Tercera edición, México D.F., Fondo educativo interamericano, 1976.
- PERRY, Robert, H. y Chilton, Cecil, H., Chemical Engineer handbook. Quinta edición, U.S.A., Mc. Graw-Hill Chemical engineering series, 1973.
- SKOOK, A., Douglas y West, Donald, N., Fundamentos de química analítica. Barcelona España, Editorial Reverté S.A., 1974.

ZUBIZARRETA, G., Armando, F., La aventura del trabajo intelectual. U.S.A., Fondo educativo interamericano s.a., 1969.