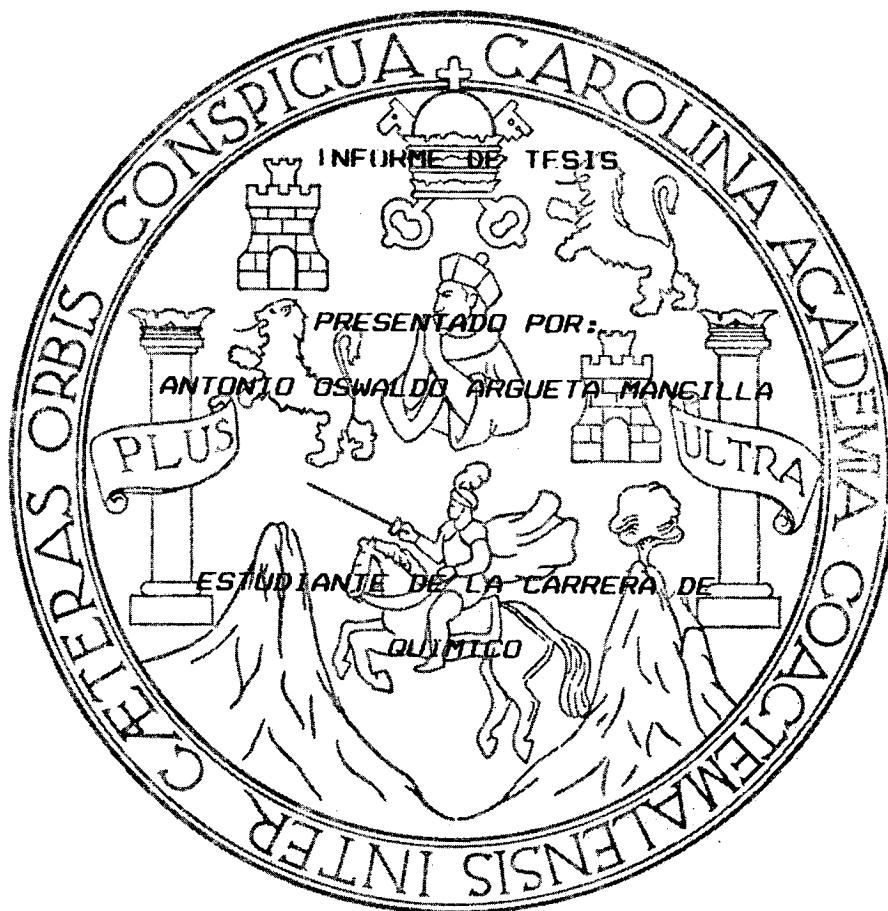


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

DESCRIPCION DEL PROCESO Y EQUIPO DE UNA PLANTA DE  
SAPONIFICACION CONTINUA Y DETERMINACION DEL RENDIMIENTO EN LA  
RECUPERACION DE GLICEROL.



Guatemala, junio de 1996

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
Biblioteca Central

D6  
06  
T(1769)

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

DECANO	Lic. Jorge Rodolfo Pérez Folgar
Secretaria	Licda. Ana Fortuny de Armas
Vocal I	Lic. Miguel Angel Herrera Galvez
Vocal II	Lic. Gerardo Leonel Arroyo Catalan
Vocal III	Lic. Rodrigo Herrera San José
Vocal IV	Br. Ana María Rodas Cardona
Vocal V	Br. Hayro Oswaldo García García

**ACTO QUE DEDICO**

**A DIOS** : Poque con el esta la sabiduria y el poder,  
suyo es el consejo y la inteligencia.  
Job 12:13

**A MIS PADRES** : Trinidad Antonio Argueta Chacón.  
Gloria Esperanza Mancilla Donis de Argueta.  
Por su apoyo incondicional.

**A MIS HERMANOS:** Samuel Danilo  
Gloria Ulimpia  
Nivia Rebeca  
Por ayudarme a alcanzar esta meta.

**A MI HIJA** : Vianca Samanta

**A MIS AMIGOS** : Ericka, Nidia y Mike  
Por el tiempo y los momentos en que se  
compartieron triunfos y derrotas.

## AGRADECIMIENTOS

Licda. Diana Pinagel, por su valiosa ayuda, apoyo y asesoría durante la realización de este trabajo.

Lic. Pedro Noriega Ruiz (Q.E.P.D.), por su apoyo moral e intelectual.

Al personal docente y administrativo de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

## INDICE

	Página
I. SUMARIO.....	1
II. INTRODUCCION.....	3
III. ANTECEDENTES.....	4
IV. JUSTIFICACION.....	14
V. OBJETIVOS.....	15
VI. HIPOTESIS.....	16
VII. MATERIALES Y METODOS.....	17
VIII. RESULTADOS.....	33
IX. DISCUSION DE RESULTADOS.....	37
X. CONCLUSIONES.....	38
XI. RECOMENDACIONES.....	39
X. BIBLIOGRAFIA.....	40
XI. ANEXOS.....	41

## 1. SUMARIO:

El presente trabajo da una idea general del proceso de como se realiza la saponificación continua y la descripción de cada una de las etapas del proceso, ya que en la actualidad es imposible tratar de encontrar información o literatura de esta naturaleza. Lo primordial será dar a conocer cual es el principio fundamental del funcionamiento de la planta de saponificación continua, y como se justifica la inversión, que es extremadamente elevada, a partir del principio básico que es la capacidad de recuperación de glicerol, con rendimientos del 85 al 90% en la parte de la saponificación y con lejías de 18 a 24% de concentración de glicerol.

La descripción de cada una de las etapas del proceso que consiste en la saponificación, el enfriamiento, el lavado, el fitting (o etapa del terminado) y el centrifugado del jabón húmedo (también conocido como neat soap) son el principio fundamental de este trabajo, pero se incluyen los balances de masa para una mejor comprensión del trabajo.

Se presenta también una serie de cuadros que son en resumen los controles para determinar la eficiencia de recuperación de glicerol y los inventarios de materiales con algunas relaciones que se utilizan en la jabonería tales como la producción del neat soap, lejías, relación de lavado, fórmula del jabón (o relación de grasas), etc.

## II. INTORDUCCION:

En el presente trabajo se llevó a cabo una investigación bibliográfica para conocer los orígenes del jabón y las diferentes etapas de su desarrollo, así como las características de los materiales y los términos empleados para cada una de las etapas de la fabricación del jabón, la reacción química que involucra el proceso, y las razones por las cuales la fabricación de jabón se considera más un proceso artesanal que un proceso químico definido.

Los objetivos están enfocados a justificar la construcción de una planta de saponificación continua, describir la construcción, el equipo, cada una de las etapas del proceso, los principios que fundamentan las etapas y lo más importante, la determinación del rendimiento de recuperación de glicerol.

El enfoque del trabajo se orienta a la descripción del equipo, el manejo de inventarios, el balance de materiales utilizados para el proceso, la tabulación de datos de determinación de glicerol obtenidos por métodos analíticos proporcionados por el laboratorio Farmapure de Colgate Palmolive Guatemala.

Con el tratamiento de los datos en hojas electrónicas se obtienen los rendimientos de recuperación de glicerol, que corresponden a parámetros fijados por el fabricante del equipo en cuanto a concentración de glicerol, que en las subleñas se encuentren dentro del rango de 18 a 24% y un

rendimiento en la recuperación de glicerol de 85 a 90% del total de las grasas que ingresan al sistema.

La parte del proceso y las etapas del mismo dan una idea del funcionamiento de la planta, y se aplican conceptos que no están definidos en ningún tipo de bibliografía, la poca experiencia que se tiene a nivel mundial en el manejo de una planta de esta naturaleza, a las constantes modificaciones que se debe hacer al equipo para aumentar la capacidad y eficiencia de producción, al conocimiento que se va adquiriendo empíricamente, a la tenacidad de las personas que se dedican al proceso y a la oportunidad de conocerlo y desarrollarlo. Sin embargo, esta tarea aún no ha sido terminada ya que del aprendizaje y de los errores detectados en el proceso, otras plantas pueden ser diseñadas evitando errores, tomando en cuenta el inicio de una nueva etapa en el desarrollo de equipo para la fabricación de jabón en forma continua, esperando que este documento se constituya en una pequeña contribución bibliográfica para el desarrollo de las mismas.



### III. ANTECEDENTES:

En la actualidad la mayor parte de las plantas de saponificación en el mundo trabajan en pailas (tipo batches) y el proceso no ha cambiado significativamente: Su origen a ciencia cierta no se conoce, ya que según algunos traductores de la Biblia, el jabón debía de ser ya conocido por los antiguo hebreos, y se atribuye al profeta Jeremias (siglo VIII antes de Cristo) la siguiente frase: "aunque te laves con natrón y te des mucho jabón, tu iniquidad queda igualmente manifiesta ante mí...". Otras menciones del jabón pueden hallarse aún en la Biblia, pero hay que tener en cuenta la expresión original, lo mismo puede significar jabón que lejía alcalina.

En Jeremías se encuentra también el método empleado para lavar los paños con agua pasada por diversos estratos de cenizas vegetales; a esta agua no sería más que una lejía alcalina.

Los griegos del tiempo de Homero no conocían el jabón, y parece que en el lavado sólo empleaban agua pura, sin substancias alcalinas.

Carece de serio fundamento la atribución de los fenicios de la invención del jabón y su introducción en las colonias que fundaron en el Mediterráneo, Marsella entre ellas, unos 600 años antes de Cristo. No se posee documento alguno que contribuya a dar certidumbre a semejante aserción, que puede tener interés para la industria marsellesa, al buscar sus

origenes en tiempos remotos.

Así puede también considerarse legendario el descubrimiento de las propiedades deterativas del jabón, atribuido a la mujer de un pescador de Savona, que había calentado lejía de sosa en un puchero de aceite que todavía contuviese aceite de oliva.

Los romanos conocían las propiedades detergentes de los líquidos alcalinos, pero el jabón solo se encuentra citado en el siglo I después de Cristo, por Séneca y Plinio en sus escritos. Ambos atribuyen su invención a los galos, que los preparaban con grasa de cabra y con cenizas de plantas y lo usaban como pomadas para volver rubios los cabellos y como medicamento. Así, semejante producto no tenía el empleo que en seguida tuvo y tiene el jabón formado por grasa totalmente saponificada. La preparación con cenizas y grasa podía servir para preparar medicamentos destinados a combatir enfermedades de la piel, o utilizarse como pomada, pero no tendría notable poder deterativo, ya que la saponificación, o sea la formación de verdadero y propio jabón, se limitaba a la acción de los carbonatos sobre los ácidos grasos existentes en la grasa, y de aquí resultaba una substancia poco consistente, constituida en su mayor parte por grasa no saponificada, agua, cenizas y un poco de jabón.

Un producto análogo preparaban todavía, según Léon Droux cincuenta años atrás, las cabilas de Argelia, con aceite de oliva y resultaba una masa trasparente gelatinosa que se usaba como unguento y también como agente de lavado.

En la obra de Galeno, "De simplicibus medicaminibus", del siglo II después de Cristo, se dan las primeras noticias acerca del empleo del jabón como detergente: el jabón, además de ser usado como medicamento emoliente, servía para expulsar las impurezas del cuerpo y de los vestidos. Fabricábanse con sebo de buey y de carnero, y con una lejía preparada con cenizas y cal.

En 1748, en las excavaciones de Pompeya, ciudad sepultada por las cenizas del Vesubio en el año 79 de la era cristiana, se descubrieron utensilios y residuos de substancias grasas seguramente pertenecientes a una antigua fábrica de jabón.

Además de los jabones de sodio y potasio, los romanos conocieron también los jabones de plomo, o sea los emplastos, ya Dioscórides relataba que el óxido de plomo cocido con aceite, servía para la fabricación de emplastos, y Plinio describe sus propiedades y su empleo.

Teodoro Prisciano, en el siglo IV después de Cristo, recuerda el empleo del jabón para lavar la cabeza y habla del saponarius (jabonero).

Desde este momento hasta fines de la Edad Media no se tienen más que pocas y fragmentarias noticias acerca de la preparación de los jabones.

Paulus de Egina, en el siglo VII, recuerda la caustificación de las lejías por medio de la cal viva.

Según E. Bontoux, los árabes, en esta época, también aplicaban la caustificación de las lejías con cal, y debían de

preparar jabones duros y de buen aspecto.

En el siglo IX los musulmanes en España preparaban jabones con aceite de oliva.

Parece ser que el desarrollo de la fabricación de los jabones ocurrió en el siglo XI, cuando los cruzados introdujeron en Europa el uso de la tela, para cuya limpieza era indispensable el jabón. Más todavía por mucho tiempo el uso del jabón fue considerado como un lujo.

Los autores franceses afirmaban que ya en el siglo XV existían en Marsella importantes jabonerías.

Lo cierto es que la industria jabonera se desarrolló en las ciudades costeras del Mediterráneo, favorecida por la abundante presencia del aceite de oliva y de la sosa natural, obtenida de las cenizas de las plantas marinas, y floreció especialmente en Savona y Venecia en el siglo XV, y más tarde también en Génova. Estas ciudades disfrutaban de la ventaja de las primeras materias primas y de la comodidad del transporte. Existían famosas fábricas en Alicante, Cartagena, en Trípoli del África y en Trípoli de Siria, donde se obtenía la sosa de las cenizas de plantas marinas, y así se comprende la situación privilegiada de que en aquellos tiempos disfrutaba Savona, Venecia y Génova por su posición costera, con respecto a las ciudades interiores, por ejemplo Milán, donde las fábricas de jabón apenas si podían existir.

Gran renombre adquirieron los jabones de Venecia, que se exportaban en cantidades considerables a otros países, donde esa industria no se había desarrollado: todavía en los países

centrales de Europa se denomina jabón de Venecia a un producto de óptima calidad.

Génova en el siglo XVII, alcanzó la supremacía sobre Savona y Venecia, iniciando y desarrollando un fuerte comercio de exportación.

En Milán la mayor parte de jabón se importaba de Venecia y Génova, pues la industria local no podía sostenerse. Se fabricaban especialmente jabones "magros" de baja calidad, adulterando los jabones de Venecia y Génova.

Los disturbios políticos a partir del final del siglo XVII paralizaron las actividades industriales en Italia, conquistada y repetidamente saqueada por españoles, franceses y austriacos. La primacía en el comercio de los jabones pasó en seguida a las fábricas francesas.

En el siglo XVII Colbert, ministro de Luis XVI, a quien se debe la organización de la industria y del comercio francés, quiso desenvolver en Francia la fabricación de jabones, y buscó en Genova jaboneros expertos, hizo construir fábricas en Tolón y en Marsella, concedió privilegios a los operarios e inició la fortuna pronto alcanzada por las jaboneras marselesas.

Colbert concedió el monopolio de la fabricación a un noble llamado Rigat y las diversas jaboneras pasaron a depender de una sola persona. Pero tal estado de cosas no duró mucho tiempo, y surgieron otras fábricas, mientras se desarrollaba simultáneamente la adulteración del jabón. Por esto un edicto real del 5 de octubre de 1688, prohibía en

Francia la fabricación de jabones durante el verano, y prohibía el empleo de todo aceite que no fuese el de oliva.

En 1749 existían en Marsella 28 jabonerías, y en toda la provincia 39.

En 1754 se permitió la fabricación de jabón en verano, obligando a los fabricantes a introducir en sus jabones la marca de fábrica; pero en 1760 nuevamente se prohibía la fabricación en verano, y esta prohibición ya duró hasta 1789, al estallar la Revolución Francesa.

Hasta entonces se había empleado la sosa obtenida de las cenizas de plantas marinas, que se producía preponderantemente en España (Cartagena, Málaga, Alicante) y menos en Francia (Narbona, Aigues-Mortes). La española contenía 20-25% de carbonato sódico; la francesa 10-15%.

En 1791 se establecía en Saint-Denis la primera fábrica de sosa artificial, preparada transformando el cloruro de sodio en sulfato de sodio, mezclando este último con carbón y carbonato de calcio, y calcinando la mezcla en un horno de reverbero (proceso Leblanc).

Con el uso de la sosa artificial se obtienen lejías más concentradas, pero también jabones más duros que los fabricados con sosa natural, pues esta contiene también carbonato de potasio, que da origen a jabones blandos, corrigiéndose este inconveniente al agregar aceite de adormideras al aceite de oliva, y así se empezó a emplear materias grasas distintas al aceite de oliva. Pronto se introdujeron también el aceite de nueces, el de colza, el

sebo y otras grasas. Era el tiempo en que Chevreul publicara sus estudios de la constitución química de las grasas (1813-1825).

Al surgir la industria esteárica, hacia 1830, se dispuso de una materia prima nueva: la oleína.

En 1835 apareció en el mercado la semilla de sésamo, de la que pronto se empleó con éxito el aceite. En 1841 empezó a usarse el aceite de cacahuete, en 1851 el de algodón, y poco tiempo después se introdujeron los aceites de coco, de palma y palmiste, y se llegó a disponer de un considerable número de materias primas que permitieron preparar jabones diversos con mezclas variadísimas.

En 1853 comenzó en Inglaterra la fabricación de la sosa cáustica sólida, y en 1865 los hermanos Solvay industrializaban el proceso de fabricación de carbonato de sodio al amoníaco, o "sosa Solvay", con cuya introducción se inició la extracción de la glicerina de las lejías, ya que los jabones vinieron a disponer de un producto casi puro.

Para Inglaterra, el primer documento acerca de la fabricación de jabón en Londres, se remonta a 1524, mas parece que hasta 1622 tal fabricación debió desarrollarse muy lentamente.

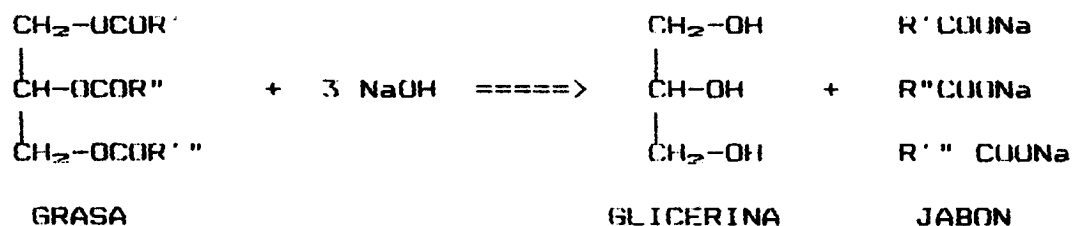
El mayor desarrollo de la industria del jabón en Inglaterra ocurrió en la primera mitad del siglo XIX, a consecuencia del descubrimiento y aplicación del proceso Leblanc, y de los estudios de Chevreul acerca de la constitución de las grasas.

En 1853 la industria jabonera inglesa pudo iniciar un gran desarrollo y alcanzar poco a poco un grado elevadísimo, hasta ocupar el primer puesto en el mundo.

### LA SAPONIFICACION DE LAS GRASAS

La operación por la cual se llega a la formación de los jabones recibe el nombre de saponificación. Durante esta operación, las grasas puestas en contacto con un exceso de alcalí en solución acuosa, se descomponen en glicerina y sales alcalinas de ácidos grasos.

La reacción fundamental que ocurre en el proceso indicado es el desdoblamiento de las grasas, mediante la adición de agua, en glicerina y ácidos grasos y éstos últimos se unen inmediatamente con la base alcalina presente para formar las sales alcalinas de los ácidos grasos. A esta división de las grasas en dos componentes, con participación de una molécula de agua, se da generalmente en nombre de desdoblamiento hidrolítico o de hidrólisis, o también el de saponificación, por ocurrir siempre que se preparan jabones, viniéndose así a aplicar el concepto de saponificación a la sola reacción fundamental.





La saponificación puede verificarse con agua sola, a temperatura y presión elevadas, en cantidades considerables; pero la facilita muchísimo la presencia de pequeñas cantidades de catalizadores, los cuales puede ser substancias básicas, como, sosa, potasa, cal, magnesia, amoniaco o subsatancias ácidas.

Los óxidos de los metales alcalinotérreos o de los metales pesados pueden en determinadas condiciones, como los óxidos alcalinos, entrar en combinación con los ácidos grasos: tales combinaciones se conocen en química con el nombre de jabones. Pero los jabones ordinarios del comercio, llamados solamente jabones, son las sales sódicas o potásicas de los ácidos grasos contenidos en las grasas naturales. Estos jabones naturales se obtienen de las grasas animales y vegetales en diferentes proporciones según sea la exigencia que tenga para el destino o uso del jabón, por ejemplo: los jabones de tocador se han formado por una proporción 75/25, 80/20, 85/15, de donde la porción mayor es grasa animal y la más pequeña aceite vegetal, esta misma proporción determina el "titer" o título de un jabón, el cual representa el punto de fusión y es el que da la dureza que se requiere para el proceso del mismo, así por ejemplo: Un sebo con "titer" de  $42^{\circ}\text{C}$  y un aceite con  $24^{\circ}\text{C}$ , producirá en este caso un jabón con fórmula 75/25 dará un "titer" de  $37.5^{\circ}\text{C}$ , el cual se determina de la siguiente manera, Se multiplican los  $42^{\circ}\text{C} * 75\% = 31.5^{\circ}\text{C}$  que es la porción de sebo en esta fórmula y  $24^{\circ}\text{C} * 25\% = 6^{\circ}\text{C}$  que es la porción de aceite, se suman estos dos

valores y se tiene el "titer" del jabón con fórmula 75/25 que en este caso es de 37.5°C. Este "titer" en un jabón es considerado como óptimo ya que se encuentra muy cerca de la temperatura corporal, lo que permite que al momento del baño el jabón se solubilice con mayor facilidad y que la acción detergente del mismo sea mayor.

La dureza del jabón también depende de la humedad a la que se trabaje ya que para darle peso a los jabones en el momento de la fabricación muchos jaboneros trabajan humedades altas, lo que para ellos representa ganancias, pero cuando éstos van a las bodegas o a los comercios estos pierden humedad y se ha determinado que los jabones que tienen de 14 a 18% de humedad en su constitución inicial pueden perder hasta un 8% del peso en el término de 3 meses, por este motivo, se recomienda que los jabones lleven de 12 a 14% de humedad en su constitución al momento de la fabricación.

#### IV. JUSTIFICACION:

Aunque el proceso de saponificación es realizado por medio de una reacción química sencilla, desde su origen los procesos de producción se han mantenido en extremo secreto, y aún actualmente, en todo el mundo la producción de jabón se ha constituido más que en un proceso artesanal que un proceso químico, el cual no ha cambiado significativamente desde sus inicios; a pesar de los adelantos tecnológicos, son muy pocas las instituciones que han desarrollado sistemas y plantas de producción de jabón en forma continua, y de las cuales la más pequeña en capacidad se encuentra en Guatemala (1300 kg de neat soap/hora), y por ser esta una planta experimental, en la actualidad no existe ningún tipo de información escrita acerca de la misma, dado que su funcionamiento depende en gran manera de la habilidad del personal operativo y del conocimiento empírico que se tiene de las características físicas del jabón húmedo (neat soap) en las diferentes etapas del proceso.

La principal de las justificaciones que se ha planteado para el desarrollo y la construcción de las plantas de saponificación continua, es la capacidad de recuperación de glicerol tanto del proceso de saponificación, como de la concentración de las lejías.

#### V. OBJETIVOS:

- Justificar la construcción de una planta de saponificación continua.
- Describir la construcción y el equipo de una planta de saponificación continua.
- Describir cada una de las etapas del proceso de la saponificación continua.
- Describir los principios que fundamentan cada una de las etapas de la saponificación continua.
- Determinar el rendimiento de recuperación de glicerol en el proceso de la saponificación continua.

## VI. HIPOTESIS:

En el proceso de saponificación continua se puede obtener un porcentaje de recuperación de glicerol del 85 al 90% y lejías con concentraciones de 18 a 24%, lo que justifica la inversión en la construcción de una planta de saponificación continua.

## VII. MATERIALES Y METODOS:

### VII.1 MATERIALES:

- Planta de saponificación continua.
- Computadora personal
- Impresora

### VII.2 METODOS:

#### VII.2.1 DESARROLLO:

Actualmente una de las características principales del proceso de saponificación es la extracción de glicerina, ya que en los últimos años se ha constituido en un reto para toda planta de saponificación obtener el máximo rendimiento de glicerol a la mayor concentración posible, por lo que los procesos se han modificado frecuentemente, de tal forma, que hoy en día el más eficiente parece ser el de saponificación continua, ya que comparado con un proceso tradicional (llamado proceso de paila) tipo batch, es muy superior y está siendo considerado por muchas corporaciones dedicadas a la manufactura de jabones, pero el principal inconveniente que se tiene, es que se ha desarrollado tan lentamente este tipo de plantas, que no se tiene información para que puedan tomar

una determinación, ya que los costos son extremadamente altos y en el mundo sólo existen en la actualidad cinco plantas de esta naturaleza, y las cinco son completamente diferentes, así como los principios que las fundamentan.

En Guatemala existe una planta de saponificación continua, la cual fue diseñada por el italiano Dr. Tristano Colloridi (4), por lo que se le denomina a esta planta con el nombre de proceso Colloridi. Este proceso esta constituido por cinco etapas, las cuales son: Saponificación, enfriamiento, lavado, fitting (terminado) y centrifugado. A continuación se describe cada una de las etapas de este proceso, así como los equipos que se utilizan en cada una de las mismas.

Para este proceso se tienen inicialmente los tanques de la materia prima, (los cuales, para poder llevar un mejor control de inventarios se han calibrado de la siguiente manera: sebo ARPT (All Beep Packet tallow) blanqueado y desodorizado (34.07 Kg/cm), aceite de palmiste RBD (refinado, blanqueado y desodorizado) (34.34 Kg/cm), soda cáustica líquida al 50% (42.70 Kg/cm), subleja niger y agua) cada uno tanques está conectado a un tanques más pequeños con válvulas de nivel constante para autoabastecerse, de tal forma que al llegar a las bombas que inyectan cada uno de estos materiales al saponificador no se queden sin materia prima y de problemas al proceso.

#### VII.2.1.1. ETAPA DE SAPONIFICACION:

El reactor saponificador esta construido de acero inoxidable con capacidad para 1300 kg, con tuberías de alimentación de una pulgada, dos serpentines interiores de una pulgada c/u, uno se utiliza para vapor y el otro para agua, un agitador de tornillo sin fin, tuberías de 3 pulgadas de hierro para la recirculación y las que lo conectan con el reactor enfriador. El reactor tiene la forma de un cilindro vertical con el fondo y la parte superior redondas, de la parte del fondo sale una tubería de hierro que tiene dos válvulas, una de las cuales comunica con una bomba que va al reactor enfriador y la otra a una bomba de recirculación del reactor, esta bomba a su vez está en línea con un molino coloidal que sirve para homogenizar los materiales y llevar a cabo la reacción de saponificación; en la tubería del fondo del saponificador y antes de la bomba de recirculación se encuentran las tuberías de ingreso de materiales para la saponificación, pero cada una de estas tuberías tiene una válvula de cheque para que al momento de presionarse el reactor no se regrese el material o los materiales por las mismas ya que esto ocasiona problemas de endurecimiento y se tiene la necesidad de desarmar las partes afectadas.

El proceso de saponificación se lleva a cabo con las siguientes condiciones o estándares de operación: 2 atmósferas de presión, temperatura de 100 - 110°C, alcalinidad libre (como % de  $\text{Na}_2\text{O}$ ) 0.05 - 0.10.



Es importante hacer ver que el proceso de arranque de la saponificación es necesario recircular todo el producto hasta que la reacción se haya completado, esto se observa sacando muestras de la tubería que esta conectada al fondo del reactor. El balance de materiales para esta etapa se presenta en el anexo I.

#### VII.2.1.2 ETAPA DE ENFRIAMIENTO:

El enfriador de 1000 Kg de capacidad esta construido de acero inoxidable, con dos serpentines en su interior: uno para agua y el otro para vapor, un agitador de paletas (con 3 paletas) y tuberías de hierro fundido de 3 pulgadas de diámetro para recirculación, esta tubería se divide en dos partes, cada una con su respectiva válvula, una tubería se utiliza para recirculación y la otra para conducir el producto a la columna de lavado. El enfriamiento se realiza con agua a 24°C y se inyecta en el reactor para bajar la temperatura de 100°C a 80°C, lo que permite que se produzca una separación de liquido, a este liquido, constituido por agua, soda cáustica, glicerina y cloruro de sodio, se le da el nombre de sublejía, las condiciones óptimas de operación son de 80°C y de 0.5 a 1 atmosfera de presión. La tubería que va del reactor de enfriamiento, inicia en la parte superior del mismo (+/- a 3.5 m de altura) e ingresa a la columna de lavado a 1 m sobre el nivel del piso.

### VII.2.1.3 ETAPA DE LAVADO:

Esta es la etapa crítica del proceso y de ésta depende el buen funcionamiento de la planta de saponificación continua y la capacidad de la misma para obtener la máxima extracción de glicerol.

La columna de lavado mide 12m de altura, está construida en tres secciones cilíndricas de acero inoxidable, cada una enchaquetada y aislada térmicamente con fibra de vidrio y una cubierta de lámina de acero inoxidable, tiene un diámetro interno de 0.75 m y una serie de anillos de 0.1 m de ancho \* 0.005 m de espesor, separados entre sí 0.30 m. La base sobre la que va montada la primera sección que forma parte de la columna de lavado es de 1 m de diámetro y 1.5 m de altura, con una reducción que se acopla perfectamente a la primera sección de la columna, en esta base se encuentra la tubería de 3 pulgadas de diámetro que ingresa el producto que viene del reactor enfriador, y a 0.2 m del piso sale otra tubería de 2 pulgadas que está conectada a una bamba de extracción de sublejía, la cual envía el producto a un tanque de almacenamiento. En la primera parte de la columna de lavado se encuentra la base de un eje de 3 pulgadas de diámetro, este eje tiene colocados una serie de discos de 0.55 m de diámetro y 0.004 m de grosor, separados a 0.3 m c/u (estos discos quedan exactamente a la mitad de los anillos que están soldados a la pared del cilindro que forma la columna), el eje sale 1 m en el tope de la columna, y en esta parte va

colocado un motor que le da movimiento al eje a una frecuencia de 56 RPM. La parte superior de la columna está formada por una sección igual a la base, de tal manera que ésta se acopla perfectamente a la tercera sección de la columna, quedando ésta como una copa en la que se acoplan dos tuberías, una de una pulgada donde ingresa la solución electrolítica, y la otra de dos pulgadas en la parte superior a 0.75 m del borde que sirve de rebalse al neat soap y va a dar a un tanque pequeño que tiene la función de un pulmón, ya que del fondo de éste sale otra tubería de 2 pulgadas de diámetro a la bomba que envía el neat soap al terminado (fitting).

La tubería por la que ingresa la solución electrolítica viene de tres bombas que están colocadas a 1 m del nivel del piso; estas bombas corresponden a: A) solución de salmuera a 80°C, B) agua a 80°C y C) subleña niger a 50°C. Cada una de estas bombas tiene una tubería de 1 pulgada y va a una altura de 10.5 m donde se unen para ingresar a la columna de lavado. Es importante hacer notar que todas las tuberías de ingreso al sistema de saponificación deben tener una válvula de cheque para que no se regrese el producto por el efecto de la presión interna del sistema, ya que si esto sucede el jabón se endurece y forma tapones en las tuberías que ocasionan discontinuidad en el proceso.

Esta etapa es importante porque aquí es donde se obtiene la máxima capacidad de extracción de glicerol y es la que determina la eficiencia y justifica la construcción de la

planta, debido a esto, se debe realizar un balance diario y un estricto control de análisis químico de alcalinidad, cloruros y glicerol, de donde la alcalinidad y los cloruros se utilizan para realizar el balance electrolítico, lo que se conoce en la jabonería como poder de granado (es la capacidad que tienen los electrolitos de cortar el jabón y favorecer la separación del "neat soap" de la lejía, que intercambia el electrolito de la solución por glicerol). Este poder de granado se utiliza en diferentes porcentajes y depende de la fórmula de jabón que se esté utilizando, ya que una fórmula 95/5 requerirá menos poder electrolítico que una fórmula 80/20, y esta a su vez menos que una fórmula 60/40, aunque en realidad, mientras más aceite lleve una fórmula, mayor será el poder electrolítico que se necesite para llevar a cabo la eficiencia de recuperación de glicerol de la saponificación de las grasas.

Para determinar el poder electrolítico es necesario conocer la cantidad exacta de solución que envían las bombas de alimentación, además, se debe aplicar el concepto siguiente: para el cloruro de sodio el poder electrolítico es igual a 1 y el de la soda cáustica 1.4, y la sumatoria de los dos valores dan el poder electrolítico. También se utiliza el poder electrolítico para homogenizar el "neat soap" y se debe conocer el aspecto físico del mismo cuando está cortado o unido, ya que debe estar cortado para poder enviarlo al terminado, de lo contrario se deben realizar los ajustes necesarios en las bombas para que el balance del electrolito

dé un corte adecuado al neat soap. Por lo general, el problema es que el jabón se une y esto se debe al exceso de agua, lo que le da apariencia de gelatina al neat soap y no da separación de lejía. Por otra parte, el exceso de electrolito hace que el jabón se haga más consistente en la columna, esto provoca que el motor que mueve el eje se force por la resistencia que da al tornarse más viscoso, esta viscosidad hace que las tuberías se tapen, que las bombas se torcen, y que el sistema se presione y que provoque desequilibrio en el proceso, de tal manera que se debe llevar un estricto control de la columna para que el jabón lleve un corte fino y que no ocasione este tipo de problemas.

El principio de la columna de lavado del jabón consiste en hacer subir el jabón húmedo (neat soap) inyectando éste a partir del reactor de enfriamiento que empieza a separar la lejía, al ingresar el "neat soap" en la parte baja de la columna, empieza a subir por el efecto de la presión que ejerce el producto que está ingresando, pero para extraer el glicerol, es necesario agregar la solución electrolítica que se inyecta por la parte superior de la columna, dando como resultado que se produzca un lavado en contra corriente, ya que la densidad del "neat soap" es de 0.8 a 0.9 y la de la solución electrolítica de 1.10 a 1.135, esta diferencia de densidades provoca que la solución arrastre el glicerol al fondo de la columna, donde es extraída como sublejía final, pero para que se concentre la lejía final es necesario que exista una mayor área de entre la solución electrolítica y el

"neat soap", esto se obtiene con los discos que se encuentra en el eje y los anillos que estan en la pared de la columna ya que el movimiento del eje y de los discos dan mayor área de contacto entre el neat soap y la solución electrolitica, lo que favorece el intercambio entre el glicerol del neat soap con el electrolito de la solución, permitiendo concentrar el glicerol y formar la lejía final.

El rendimiento de glicerol se determina por medio del control de las grasas que ingresan al sistema y determinando la cantidad de sublejía que se ha extraído a través de la bomba que se encuentra en la base de la columna de lavado y enviandola a un tanque de almacenamiento que se ha calibrado en 31.937 L/cm, el porcentaje de glicerol en la solución por cada 100 cm bombeados y la densidad, de tal manera que se conozca la cantidad exacta de glicerol en el total de la producción. Para hacer esto hay que tabular los datos de por lo menos 4 meses de producción y hacer un resumen en hojas electrónicas para facilitar el trabajo de reportar a la gerencia dando información de los materiales, desde el control de inventarios de materia prima, ingreso de materiales, subprocessos, concentración de glicerol en la lejía final y el rendimiento de recuperación de glicerol que se obtiene a partir del consumo de grasas y aceites.

Estos resultados tienen que ser presentados de tal forma que se obtenga un análisis completo del proceso de la saponificación, dando a conocer cuál es el consumo de sebo, aceite, el dato teórico del glicerol que se debería obtener a

partir de este consumo, cuál es la producción de "neat soap", de lejía final, la concentración de la lejía final, el consumo de soda cáustica, salmuera, lo que no lleva a calcular el rendimiento en la recuperación de glicerol.

#### VII.2.1.4 FITTING (O ETAPA DE TERMINADO)

Después del tanque que funciona como pulmón para el neat soap que cae de la columna de lavado, se encuentra una bomba de desplazamiento positivo, de esta parte una tubería de 3 pulgadas a la que se une otra de una pulgada, la tubería de 3 pulgadas se utiliza para enviar el "neat soap" al reactor del "fitting", y la tubería de una pulgada viene de dos bombas, una de agua y la otra de soda cáustica, las cuales se utilizan para dar el punto final óptimo al neat soap antes de ser enviado a la centrifuga, ya que en este punto si el neat soap viene muy grueso se le adiciona un poco mas de agua, y si viene muy fino se le agrega soda cáustica al 50%. La adición dependerá básicamente de la apariencia física del neat soap y el resultado se verá después de una hora del centrifugado. El reactor para el "fitting" tiene capacidad para 1300 Kg, es enchaquetado y en su interior tiene dos serpentines de acero inoxidable, uno para agua y otro para vapor, agitador de acero inoxidable de tres paletas, una tubería de reciclo, una de alimentación y una que envía el producto a la centrifuga o a una paila donde se puede almacenar o reprocesar el producto que no lleve las condiciones adecuadas para el secado.

#### VII.2.1.5 ETAPA DE CENTRIFUGADU:

El centrifugado del neat soap sirve para eliminar el exceso de líquido en forma de sublejía, a la que se le da el nombre de lejía niger, en esta lejía se recupera una porción de glicerol que aún no se había recuperado en las etapas anteriores, ya que la fuerza centrífuga obtenida de una frecuencia de 10,000 RPM extrae esta lejía que en su composición íntima contiene NaOH de 1 a 2%, NaCl de 6 a 9%, glicerol de 1 a 5% y jabón disuelto en forma de espuma 1% (ya que el efecto de temperatura y presión facilitan la solubilidad del jabón en la solución).

Después del centrifugado las condiciones del "neat soap" que será enviado al proceso de secado debe llenar las siguientes características: Alcalinidad menor del 0.1%, cloruros 0.65% máximo, glicerol 0.6% máximo, humedad de 30 a 32%, sólidos totales de 56 a 58%. Con estas características se considera que el neat soap cumple con las condiciones para ser enviado al proceso de secado, el cual se trabaja en base a las exigencias del productor de barras de jabón y de las humedades requeridas para cumplir con los estándares de calidad por las normas gubernamentales y/o corporativas.



## VII.2.2 DISEÑO DE LA HOJA ELECTRONICA PARA EL BALANCE DE LA PLANTA DE SAPONIFICACION CONTINUA.

- La hoja electrónica está diseñada para realizar el control de inventario de materias primas y reporta los datos teóricos (estándar) y reales de la producción, así como el cálculo de la fórmula de jabón que se ha empleado durante el periodo de prueba que se esté evaluando.
- De aquí en adelante la hoja electrónica se dividirá en filas y columnas para dar una mejor explicación.

### INFORMACION CONTENIDA EN LA HOJA ELECTRONICA PARA REALIZAR EL BALANCE DE MATERIALES.

En la primera columna, en las filas 1,2,5 y 6, se encuentran las materias primas utilizadas para el proceso de la saponificación.

En las columnas de inventario inicial, ingresos e inventario final, una corresponde a los centímetros de altura de cada uno de los tanques de almacenamiento, y la otra, y la otra columna a los kilogramos, que son calculados en base al factor de cada tanque, que ha sido calibrado con agua, y la densidad del producto que se encuentra en cada uno de ellos, así:

SEBO: El factor del tanque calibrado con agua corresponde a 37.855 Kg/cm y la densidad del sebo a en el tanque a 60°C es de 0.9, por lo que el factor del tanque es de 34.070 Kg/cm.

ACEITE: Factor del tanque con agua 40.476 Kg/cm, y la densidad del aceite a 60°C es 0.84, por lo que el factor del tanque con aceite es 34.00 Kg/cm.

SODA CAUSTICA LIQUIDA AL 50%: Factor del tanque con agua corresponde a 65.36 Kg/cm, y la densidad de la soda al 50% a 24°C es de 1.52, por lo que el factor para el tanque de soda es de 43.00 Kg/cm.

SAI MUERA AL 20%: El factor del tanque con agua corresponde a 27.665 Kg/cm, y la densidad a 60°C corresponde a 1.135, por lo que el factor para el tanque corresponde a 31.40 Kg/cm.

La fila 7 tiene los inventarios de producción de subleja final, la que se empleará para obtener la glicerina, por lo que hace importante el conocimiento de la concentración de glicerol en la subleja para determinar la cantidad teórica de glicerina que se debe obtener a partir de las grasas y aceites y calcular el rendimiento de recuperación de glicerol de la planta de saponificación continua en forma de subleja.

### VII.3 FUNCIONAMIENTO DE LA HOJA ELECTRONICA:

- Para obtener los consumos e inventarios de materiales durante un periodo de tiempo determinado se aplica la fórmula siguiente:

Inventario inicial + Ingresos - Inventario Final = Gasto

EL GASTO: Es igual al consumo de materiales en el transcurso del periodo de tiempo fijado y se expresa en Kilos.

FORMULA: Se determina sumando el gasto de kilos de sebo más el gasto de los kilos de aceite, lo que da el total de grasas consumidas, luego el gasto de sebo se divide dentro del total de grasas consumidas en el mes, el total se multiplica por 100 y se obtiene el porcentaje en la fórmula de jabón, este porcentaje se resta de 100 y se obtiene el porcentaje de aceite en la relación de grasas, por lo que la fórmula se expresa siempre de la siguiente forma: sebo/aceite, por ejemplo: 80/20, 85/15, 95/5, etc.

Teóricamente el porcentaje de glicerol contenido en el sebo de res, es 11.35%, y el del aceite de palmiste que es el más común para uso de fabricación de jabón es de 11.5%, pero estos datos dan únicamente un valor teórico; por lo que hace necesario realizar la determinación de glicerol en el laboratorio y los resultados obtenidos son los siguientes: 11.3% para el sebo y 11.4% para el aceite, por lo que se emplearán estos datos para los cálculos teóricos, ya que el método para la determinación de glicerol en las lejías es el mismo, por lo que, para determinar la cantidad de glicerol que se debe obtener, se emplean los consumos de sebo y aceite, se aplica el porcentaje de glicerol contenido en cada uno de ellos y se obtiene el dato teórico de glicerol en el total de las grasas, y se expresa en la fila 4 y la última columna.

Para obtener el consumo total de sal, se sabe que la salmuera tiene un 20% de concentración promedio de sal, por lo que del gasto de salmuera se puede conocer una cantidad de

sal utilizada en el proceso y el resto se obtiene de la subleja final que lleva como promedio 10% de concentración de sal, con estos datos se puede hacer un cálculo que se ajusta a la realidad de los consumos de sal obtenidos de los inventarios, conociendo si existen pérdidas o ganancias al final de cada mes en el consumo de sal.

La determinación del rendimiento de recuperación de glicerol se hace de la siguiente manera: Conociendo el gasto de subleja final, que en este caso corresponde a la producción, y conociendo la concentración de glicerol por medio del análisis de la leja por medio del método del ácido peryodico se puede estimar el porcentaje de recuperación de glicerol. Estos cálculos se hacen en la hoja electrónica tomando el valor de la fila 4 de la última columna (donde se encuentra el dato teórico de los kilos de glicerol total de las grasas y aceites que se consumieron), se divide el total del glicerol obtenido con el dato teórico y se obtiene el rendimiento estimado de recuperación de glicerol de la planta de saponificación continua.

La hoja electrónica también presenta datos importantes dentro de la jabonería como lo son: La relación de lavado, esta se obtiene a partir del total de la subleja final y se divide dentro del total de grasas consumidas en el proceso. La relación de soda, que se obtiene dividiendo el gasto de soda cáustica al 50% del gasto total de grasas, la producción de jabón húmedo (neat soap) que se obtiene multiplicando el total de grasas por un factor teórico de 1.5 y la eficiencia

de lavado que se obtiene dividiendo el total del glicerol teórico menos el glicerol recuperado en la sublejía final dentro de la producción de jabón húmedo, este valor debe ser menor a 0.5 para que la concentración de glicerol no se vea afectada, ya que si es mayor, la sublejía final se obtiene menos concentrada de glicerol.

## CONTROLES DE EFICIENCIA DE UNA PLANTA DE SAPONIFICACION CONTINUA

MES No 1

MATERIALES	INVENTARIO INICIAL		INGRESOS		INVENTARIO FINAL		GASTO Kg	FORMULA	% GLIC.	Kg
	cm	Kg	cm	Kg	cm	Kg				
1. SEBO	288	9812	4509	153622	373	12709	150726	76.9	11.3	17032
2. ACEITE	418	14212	1073	36482	163	6542	45152	23.1	11.4	5147
3. GASAS TOTALES		24024		190104		18250	195878			
4. GLICEROL		2715		21482		2052	22134			22179
5. SODA AL 50%	187	6041	1533	65919	93	3999	69951			
6. SALMUERA 20%	192	6029	1433	44996	80	2512	48513		NaCl	9703
7. SL.FINAL	40	1469	2826	103785	25	918	104336	e)	NaCl	10434
		STD	RESUL.					GLICEROL b)	(19.25)	20085
8. RELACION DE LAVADO	(7/3)	0.4-0.6	0.53					ESTANDARES		
9. RELACION DE SODA	(5/3)	0.28-0.30	0.36					(7b/4)	94-96	90.74
10. PRODUCCION DE JABON	(3*1.5)		293617					(3-7b)/10	<0.50	0.598

EFICIENCIA DE LAVADO

CONTROLES DE EFICIENCIA DE UNA PLANTA DE SAPONIFICACION CONTINUA

MES No 2

	INVENTARIO INICIAL		INGRESOS		INVENTARIO FINAL		GASTO Kg	FORMULA	% GLIC.	Kg
	cm	Kg	cm	Kg	cm	Kg				
MATERIALES										
1. SEBO	293	9983	4472	152361	176	5996	156347	79.9	11.3	17667.2
2. ACEITE	214	7276	1067	36278	126	4284	39270	20.1	11.4	4477
3. GASAS TOTALES		17259		188639		10280	195617			
4. GLICEROL		1950		21316		1182	22105			22144
5. SODA AL 50%	75	3225	1449	62307	129	5547	59965			
6. SALMUERA 20%	100	6029	2064	64810	226	7096	63742		NaCl	12748
7. SL,FINAL	95	3489	2663	97799	10	367	100920	a)	NaCl	10092
		STD	RESUL					GLICEROL b)	(20.44)	20628
8. RELACION DE LAVADO	(7/3)	0.4-0.6	0.52					ESTANDARES		
9. RELACION DE SODA	(5/3)	0.28-0.30	0.31					(7b/4)	94-96	93.32
10. PRODUCCION DE JABON	(3*1.5)		293426					(3-7b)/10	<0.50	0.596

EFICIENCIA DE LAVADO

CONTROLES DE EFICIENCIA DE UNA PLANTA DE SAPONIFICACION CONTINUA

MES No 3

MATERIALES	INVENTARIO INICIAL		INGRESOS		INVENTARIO FINAL		GASTO Kg	FORMULA	% GLIC.	Kg
	cm	Kg	cm	Kg	cm	Kg				
1. SEBO	393	13390	4132	140777	360	12947	141220	74.7	11.3	18957.9
2. ACEITE	142	4828	1505	51170	238	8092	47906	25.3	11.4	5461
3. GASAS TOTALES		18218		191947		21039	189126			
4. GLICEROL		2059		21690		2377	21371			21419
5. SODA AL 80%	242	10406	1127	48461	100	4300	54557			
6. SALMUERA 20%	135	6029	2345	73633	226	7096	72556		NaCl	14513
7. SL/FINAL	19	698	2350	86304	10	367	86634	a)	NaCl	8663
		STD	RESUL					GLICEROL b)	(22.70)	19666
8. RELACION DE LAVADO	(7/3)	0.4-0.6	0.46					ESTANDARES		
9. RELACION DE SODA	(5/3)	0.28-0.30	0.29					(7b/4)	94-96	92.02
10. PRODUCCION DE JABON	(3*1.5)		283669					(3-7b)/10	<0.50	0.597

EFICIENCIA DE LAVADO



CONTROLES DE EFICIENCIA DE UNA PLANTA DE SAPONIFICACION POR PAILA

MES No 4

MATERIALES	INVENTARIO INICIAL		INGRESOS		INVENTARIO FINAL		GASTO	FORMULA	% GLIC.	Kg
	cm	Kg	cm	Kg	cm	Kg				
1. SEBO	230	7836	5732	195289	73	2487	200638	79.6	11.3	22672.1
2. ACEITE	230	7820	1329	45186	51	1734	51272	20.4	11.4	5845
3. GASAS TOTALES		15656		240475		4221	251910			
4. GLICEROL		1769		27174		477	28466			28517
5. SODA AL 50%	220	9460	1796	77228	43	1849	84839			
6. SALMUERA 20%	226	6029	3032	95205	298	9357	91877		NaCl	18375
7. SL/FINAL	15	551	3148	115500	25	918	115133	a)	NaCl	11513
		STD	RESUL.					GLICEROL b)	(12.84)	14783
8. RELACION DE LAVADO	(7/3)	0.4-0.6	0.46					ESTANDARES		
9. RELACION DE SODA	(5/3)	0.28-0.30	0.34					(7b/4)	94-96	51.93
10. PRODUCCION DE JABON	(3*1.5)		377865					(3-7b)/10	<0.80	0.628

EFICIENCIA DE LAVADO

ESTANDARES  
(7b/4) 94-96 51.93  
(3-7b)/10 <0.80 0.628

## IX. DISCUSION DE RESULTADOS

- Como se observa en los cuadros de cálculos a través de las hojas electrónicas, en los tres meses de evaluación la recuperación de glicerol en la planta continua sobrepasa los porcentajes de glicerol esperados, que deberían estar comprendidos entre 85 y 90%, ya que se obtienen los siguientes resultados:

Mes No 1 = 90.74 %

Mes No 2 = 93.32 %

Mes No 3 = 92.02 %

- Se observan también los resultados de las concentraciones de glicerol promedio en lejías, que corresponden a:

Mes No 1 = 19.25 %

Mes No 2 = 20.44 %

Mes No 3 = 22.70 %

Estos resultados reflejan que en la medida que se incrementa la concentración de glicerol en las lejías, aumenta el porcentaje de recuperación de glicerol, sin embargo, se debe tomar en cuenta que la relación de lavado es la que influye directamente sobre los resultados, ya que al aumentar la relación entre la subleja y el consumo de grasa, disminuye el porcentaje de glicerol en las lejías y por consiguiente hace disminuir el porcentaje de recuperación de glicerol.

## X. CONCLUSIONES

- El proceso de saponificación continua sobrepasa las expectativas del constructor en la recuperación de glicerol.
- Las concentraciones de glicerol en las lejías se encuentran dentro del rango que ofrece el constructor.

## XI. RECOMENDACIONES:

- Es necesario realizar un estudio más extenso y detallado en la planta de saponificación continua, considerando que este trabajo pretendió dar una descripción del tema, ya que en la actualidad aún no se tiene suficiente información de este proceso a nivel mundial.
- Evaluar el grado de extracción de glicerol en la columna de lavado en base al tiempo de residencia del "neat soap", variando la velocidad de producción para determinar la eficiencia de extracción de glicerol en esta etapa.
- Con el objeto de incrementar la capacidad de recuperación de glicerol, cambiar la relación de lavado con soluciones más concentradas de soda y salmuera para determinar el punto en el que se obtienen lejías más concentradas.
- En futuros estudios se debe investigar el comportamiento de la reacción en la etapa de saponificación, bajo cambios de presión y temperatura para determinar condiciones óptimas para que el proceso sea más eficiente.

XI. BIBLIOGRAFIA:

- (1) Enciclopedia Universal Ilustrada., Europeo-Americana., Espasa-Calpe s.a., tomo II, IV, VII., 1946.
- (2) Blucher H., Enciclopedia de Química Industrial., 18a ed., Berling., 1958., pp 1469-1481.
- (3) Pine S. et al., Química Orgánica., 2a ed., Mcgraw-Hill., México., 1980.
- (4) Colloridi, Tristano., (Doctor en Química y diseñador de la planta de saponificación continua de Guatemala). Comunicación personal a Argueta A.O., Guatemala, de Jul. 4 a Ago. 10., 1994
- (5) Solorzano, Gustavo., (Ing. Químico, con 17 años de experiencia en la elaboración de jabón, y uno de los que realizaron el montaje de la planta de saponificación continua de Guatemala). Comunicación personal a Argueta A.O., Guatemala, Sep. 1991, a Ago. 1994.
- (6) Watt A., The Art of Soap Making., 50th ed., London., The Technical Press l.td., 1943., pp 716-719.
- (7) Lamborn L., Modern Soap, Candles and Glicerín., 3th ed., New York., D. Van Nostrand Company., 1926.

ANEXO No 1

PLANTA DE SAPONIFICACION CONTINUA  
POSICIONES DE LAS BOMBAS Y BALANCE DE MATERIALES

	VELOCID RPM's	LTS/HR 100 %	POSICION	LTS/HR	d	Kg/HR	FORMULA	CALCULO DE SODA			CALC. GLICEROL	
								I.S.	% NaOH	Kg	%	Kg
BOMBA 1	70.5											
SEBO		827	98.1	811	0.88	714	79.98	202	14.43	103.02	11.02	78.68
ACEITE		524	37.9	199	0.90	179	20.02	240	17.14	30.64	13.10	23.41
SODA		205	85.7	176	1.52	267						
SL/1		205	90	185	1.14	210						
SL/2		1294	90	1165	1.14	1328						
BOMBA 2	104											
AGUA		109	30	33	0.84	27						
BOMBA 3	104											
SL/NIGER		773	25	193	1.08	209						
SALMUERA		773	28.5	220	1.14	250						
AGUA		773	37.5	290	0.84	243						
BOMBA 4	84											
AGUA		724	23.2	168	0.80	134						
SODA		70	13	9	1.52	14						

PROPIEDAD DE  
 DAN DE S  
 I. C. C.

ANEXO No 2

PLANTA DE SAPONIFICACION  
INGRESO TOTAL DE MATERIALES

MATERIALE	BOMBA	Kg
GRASAS	1	893
SODA 50%	1	267
SODA 50%	4	14
SALMUERA	3	250
AGUA	2	27
AGUA	3	243
AGUA	4	134
INGRESO TOTAL		1828

JABON NETO	Kg	CONCENTRACION DE		
GRASAS * 1.5	1340	GLICEROL	NaCl	NaOH
LEJIA FINAL		23%	10.2%	1.2%
INGRESO JABON NETO	420	96	43	5
SALIDA TOTAL	1759.5	102	50	7

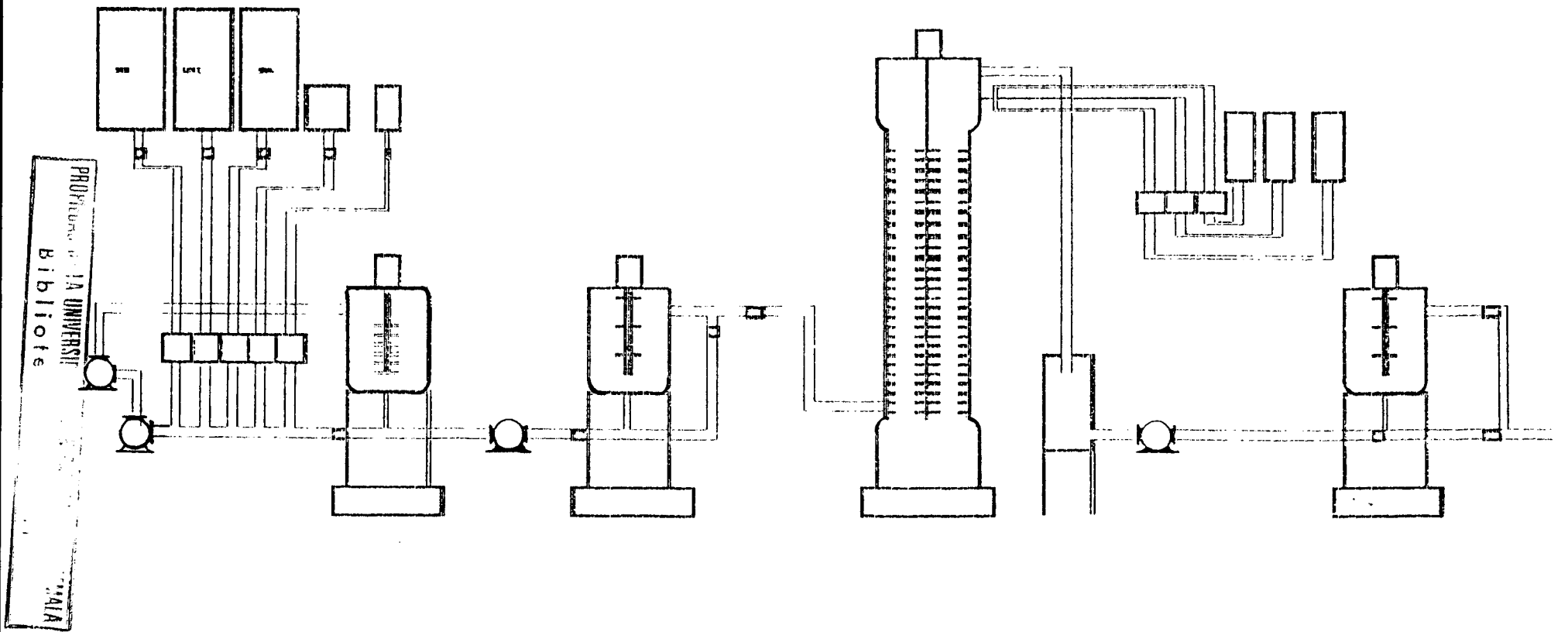
XII. ANEXO No 3GLOSARIO DE TERMINOS

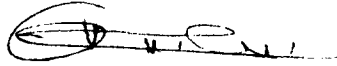
GLICERINA	El 1,2,3-propanotriol que se recupera de las lejías gastadas del agua dulce (obtenida del desdoblamiento de una grasa) o sintetizada a escala industrial															
GLICERINA CRUDA	El producto de la etapa de evaporación, que se compone de: <table> <tr> <td>Glicerina</td> <td>-</td> <td>alrededor de 80%</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>-</td> <td>alrededor de 10%</td> </tr> <tr> <td>Sal</td> <td>-</td> <td>alrededor de 10%</td> </tr> <tr> <td>MONG</td> <td>-</td> <td>2.5 % máximo</td> </tr> <tr> <td>TMG</td> <td>-</td> <td>0.5 % máximo</td> </tr> </table>	Glicerina	-	alrededor de 80%	Agua	-	alrededor de 10%	Sal	-	alrededor de 10%	MONG	-	2.5 % máximo	TMG	-	0.5 % máximo
Glicerina	-	alrededor de 80%														
Agua	-	alrededor de 10%														
Sal	-	alrededor de 10%														
MONG	-	2.5 % máximo														
TMG	-	0.5 % máximo														
GLICEROL	Puro 100% 1,2,3-propanotriol. debido a sus propiedades físicas no se produce a nivel industrial. Glicerol (glicerina) se determina mediante el método del peryodato.															
LEJIA DE GLICERINA	Una solución acuosa de glicerina y sal proveniente de cualquiera de las etapas del proceso de fabricación del jabón mediante la saponificación de grasas y aceites.															
SUBLEJIA	Lejía que contiene glicerina proveniente del sistema de lavado contra corriente con lejía, efectuado después de la saponificación de las grasas y aceites en el proceso de fabricación de jabón.															
LEJIA NIGER	Lejía que contiene glicerina proveniente del sistema de lavado en contra corriente con lejía, efectuado después de la saponificación de las grasas y aceites en la fabricación del jabón.															
MONG	Materia Orgánica que no es Glicerol MONG= 100-(ceniza+glicerol+agua)															
CENIZA	Peso del residuo que queda después de calcinar la muestra a muy altas temperaturas.															
TMG	Trimetilenglicol (1,3-propanodiol), un producto de la degradación de la glicerina.															



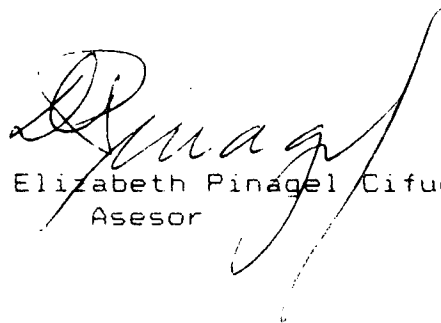
RECUPERACION DE GLICERINA	Proceso industrial de glicerina a partir de la sublejía o del agua dulce (obtenida del desdoblamiento de grasas).
AGUA DULCE	El licor acuoso que contiene glicerina, esencialmente libre de sal, proveniente del desdoblamiento térmico de las grasas y aceites.
PULIGLICERUL (POLIGLICUL)	Componente orgánico, viscoso, de alto peso molecular, que se forma principalmente por la polimerización térmica y termo-catalítica de la glicerina durante la destilación.
CONCENTRACION LIMITE DE LEJIA	Concentración de electrolito mínima de la lejía, más allá de la cual el jabón ya no es soluble la temperatura -entre más baja la temperatura de la lejía, mayor será la tendencia del jabón disuelto de separarse de la lejía.
DETERGENTE	Limpiar un objeto sin producir abrasión (que tiene la virtud de limpiar o purificar). Sustancia o mezcla de sustancias que debido a las cualidades que poseen, entre las que se incluyen el descenso de la tensión superficial, acción humectante, emulsionante y formación de espuma.
DETERSIVO (A)	Que tiene la virtud de limpiar o purificar

ANEXO No 4  
PLANO DE EQUIPO PLANTA DE SAPONIFICACION CONTINUA





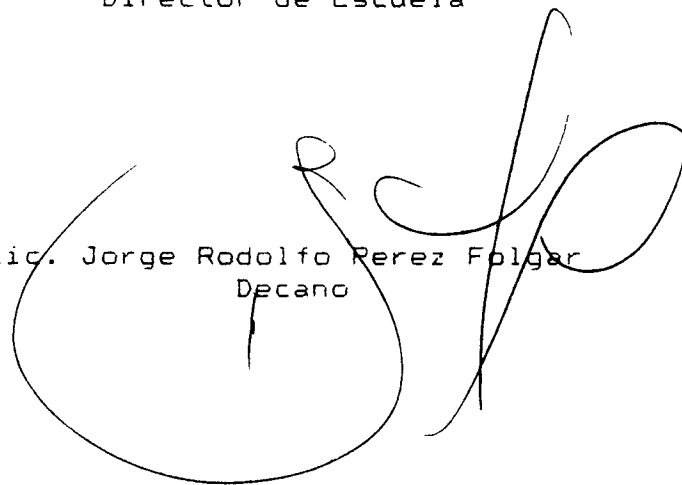
Antonio Oswaldo Arqueta Mancilla  
Autor



Licda. Diana Elizabeth Pinagel Cifuentes  
Asesor



Lic. Miguel Angel Herrera Galvez  
Director de Escuela



Lic. Jorge Rodolfo Perez Folgar  
Decano