



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Química**

**AUMENTO DEL EFECTO DE LAVADO EN JABONES DE LAVAR TIPO COMBO  
CON LA UTILIZACION DE ALCOHOLES SULFATADOS**

**Elder Randolpho Chupina**  
**Asesorado por el Ing. Juan José Méndez Aquino**

**Guatemala, octubre de 2006**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**AUMENTO DEL EFECTO DE LAVADO EN JABONES DE LAVAR TIPO COMBO  
CON LA UTILIZACION DE ALCOHOLES SULFATADOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ELDER RANDOLFO CHUPINA**

ASESORADO POR EL ING. JUAN JOSE MENDEZ AQUINO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO QUÍMICO**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos</b>
<b>VOCAL I</b>	<b>Ing. Glenda Patricia García Soria</b>
<b>VOCAL II</b>	<b>Lic. Amahán Sanchez Álvarez</b>
<b>VOCAL III</b>	<b>Ing. Julio David Galicia Celada</b>
<b>VOCAL VI</b>	<b>Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz</b>
<b>VOCAL V</b>	<b>Br. Elisa Yazminda Videz Leiva</b>
<b>SECRETARIA</b>	<b>Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas</b>

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Sydney Alexander Samuels Milson</b>
<b>EXAMINADOR</b>	<b>Ing. Otto Raúl De León De Paz</b>
<b>EXAMINADOR</b>	<b>Ing. Jaime Domingo Carranza Gonzáles</b>
<b>EXAMINADOR</b>	<b>Ing. Rodolfo Francisco Espinoza Smith</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco</b>

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**“AUMENTO DEL EFECTO DE LAVADO EN JABONES DE LAVAR TIPO COMBO  
CON LA UTILIZACION DE ALCOHOLES SULFATADOS”,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha marzo de 2006.

---

Elder Randolph Chupina

Guatemala, Marzo del 2,006

**Ingeniero**  
**Williams Alvarez**  
**Escuela de Ingeniería Química**  
**Faculta de Ingeniería**  
**USAC**  
**Presente**

Señor Coordinador:

Me dirijo a usted con relación al trabajo de graduación presentado por el estudiante universitario ELDER RANDOLFO CHUPINA titulado **“AUMENTO DEL EFECTO DE LAVADO EN JABONES DE LAVAR TIPO COMBO CON LA UTILIZACION DE ALCOHOLES SULFATADOS”**, para el cual acepté en nombramiento de asesor.

Tengo la satisfacción de informarle que en esta fecha he terminado la asesoría de dicho trabajo de graduación, y después de las revisiones necesarias considero que el mismo esta apto para su tramite fina, en consecuencia me permito aprobar dicho trabajo de graduación, para los efectos legales de graduación de su autor.

Sin otro particular, me es grato suscribirme ante usted.  
Atentamente,

Juan José Méndez Aquino  
Ingeniero Químico  
Colegiado # 32

Guatemala, Abril del 2,006

**Ingeniero**

**Williams Alvarez**

**Escuela de Ingeniería Química**

**Faculta de Ingeniería**

**USAC**

**Presente**

Señor Coordinador:

Como Catedrático Revisor del trabajo de Graduación titulado **“AUMENTO DEL EFECTO DE LAVADO EN JABONES DE LAVAR TIPO COMBO CON LA UTILIZACION DE ALCOHOLES SULFATADOS”**, presentado por el estudiante universitario **Elder Randolpho Chupina**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Orlando Posadas V.

Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación

Escuela Ingeniería Química

## **ACTO QUE DEDICO A**

### **DIOS Y DON BOSCO**

Por permitirme vivir y darme la oportunidad de concluir este proyecto, por ser el centro de mi fuerza de voluntad y la luz que ilumina mi camino.

### **MI MADRE**

Blanca Lidia Chupina, por su lucha y esfuerzo constante de toda la vida, por la paciencia y disciplina para guiarme por el camino correcto y por todo el amor y apoyo que he recibido.

### **MIS AMIGOS**

Marielle, Mario, Víctor, Silvia, Gerardo, Byron, Viky, Carlos, Rodrigo, Claudia, Hugo, Pilo, Sergio, Erick, Henry, Miryam, Mariela y a todos los que saben que nuestra amistad es sincera y duradera.



## **AGRADECIMIENTOS A**

Industria La Popular, S.A., al Lic. Estuardo Mejía, Inga. Vivian de Castañeda, Ing. Jaime Arimany y todos mis demás compañeros de trabajo. Por todos los conocimientos obtenidos y la oportunidad que me han dado para ir creciendo y aprendiendo con ellos.

Mi asesor, Ing. Juan José Méndez, por el tiempo dedicado en la elaboración del presente trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>III</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XVII</b>
<b>1. JABONES Y DETERGENTES</b>	<b>1</b>
1.1. Generales de jabones y detergentes	1
1.2. Jabones naturales	2
1.3. Proceso de fabricación jabones	3
1.3.1. Mezcla de grasas	3
1.3.2. Blanqueo de grasas	3
1.3.3. Saponificación	3
1.3.4. Mezclado con aditivos	3
1.3.5. Secado	3
1.3.6. Refinado	3
1.3.7. Empaque	3
<b>2. SURFACTANTES</b>	<b>4</b>
2.1. Tipos de surfactantes	4
2.1.1. Aniónicos	4
2.1.2. Cationicos	4
2.1.3. No iónicos	4
2.1.4. Anfóteros	5

2.2. Productos sulfonados / sulfatados	5
<b>3. MÉTODOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE ANÁLISIS</b>	<b>8</b>
3.1. Métodos analíticos de jabones y detergentes	8
3.1.1. Medición de ingrediente activo en jabones	8
3.1.2. Medición de pH en jabones	8
3.1.3. Alcalinidad libre y total en jabones	8
3.2. Métodos físicos en jabones semi sintéticos	8
3.2.1. Prueba de desempeño de lavado	8
3.2.2. Formación de espuma	9
3.2.3. Pruebas de dureza al jabón	9
<b>RESULTADOS</b>	<b>9</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>20</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>22</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>24</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Medición de materia activa	13
2. Medición de pH y alcalinidad	14
3. Medición de humedad	15
4. Medición de prueba de desempeño	17
5. Medición de espuma	18
6. Medición de dureza del jabón	19

### TABLAS

I	Resultados de análisis químicos	12
II	Análisis estadístico de resultados químicos	16
III	Resultados de pruebas físicas	16
IV	Resumen de costos de investigación	20



## GLOSARIO

<b>Alcoholes sulfatados</b>	Alcoholes grasos principalmente en C12 y C14, de origen natural (coco, almendra de palma) o sintético (alfa-olefinas). El producto más utilizado es el lauril sulfato de sodio (C12) que está comercializado por numerosas compañías como surfactante muy hidrofílico y como espumante para detergentes, champúes, pasta de diente, etc.
<b>Álcali</b>	Un álcali es una sal soluble de un metal álcali como el sodio o el potasio.
<b>Aniónico</b>	El ión activo de una sustancia ionizada es su anión (negativo).
<b>Anfipático</b>	Característica de las moléculas de actuar forma polar y no polar.
<b>Anfótero</b>	Compuesto que puede presentar cargas negativas, positivas o ambas simultáneamente, dependiendo del pH, el ión
<b>Biodegradabilidad</b>	Característica de algunas sustancias químicas que pueden ser utilizadas como sustrato por microorganismos, que las emplean para producir energía (por respiración celular) y crear otras sustancias como aminoácidos, nuevos tejidos y nuevos organismos.

<b>Cationico</b>	Están compuestos por un grupo alquilo hidrófobo unido a un grupo hidrófilo cargado positivamente.
<b>Champús</b>	Jabones capilares. Son productos de fácil y agradable utilización. Existen tantos tipos de champús como variedades de cabello, por lo que su frecuencia de uso varía según sea su constitución.
<b>Detergente</b>	Limpiador que elimina la grasa por emulsificación de la misma.
<b>Dodecil benceno sulfonato de sodio</b>	Mezcla de compuestos alquil bencénicos con una cadena alquilo entre C10 y C15, la cual puede estar más o menos ramificada.
<b>Espuma</b>	Sistema gas – líquido que se forma por la agitación mecánica violenta.
<b>Fenofaleina</b>	Es un indicador de pH que en soluciones ácidas permanece incoloro, pero en presencia de bases se torna rosa o violeta. Es un sólido blanco, Inodoro que se forma principalmente por reacción del fenol, anhídrido ftálmico y ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) sus cristales son incoloros. Tiene un punto de fusión de 254°C. Su fórmula es C <sub>20</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub> .

<b>Friedel - Crafts</b>	Charles <b>Friedel</b> (1832-1899): Químico y minerólogo francés. Trabajó en el laboratorio de Wurtz. En 1877, junto a Crafts, ideó un procedimiento general de síntesis, que permite la unión de cadenas laterales alquílicas o acílicas al benceno. (James Mason <b>Crafts</b> (1839-1917): Químico norteamericano. Estudió en Harvard, Alemania y Francia. Fue profesor de Química en Cornell y presidente del M.I.T.
<b>Glicerina</b>	Subproducto de la reacción de saponificación, hidratante activo o humectante, es decir que retiene la humedad. Se utiliza también en otros preparados para mejorar su conservación, ya que esta molécula permite retener el agua en el interior del envase, impidiendo que el producto se seque. Se le conoce también como glicerol y su éster es el glicérido.
<b>Hidrófilo</b>	Que tiene afinidad o preferencia por el agua.
<b>Hidrófobo</b>	Que tiene aversión por el agua; acuo-repelente.
<b>Ingrediente activo</b>	Materia prima que por sus propiedades surfactivas actúan como principal agente en el proceso de lavado.
<b>Jabón combo</b>	Tipo de jabón que tiene en su formulación ingredientes activos sintéticos, sinónimo de abones semi sintéticos.
<b>Jabones semi sintericos</b>	Tipo de jabon que tiene en su formulacion ingredientes activo sintéticos, sinónimo de jabones tipo combo.
<b>Lavado</b>	Proceso de eliminación de suciedad de las superficies.



<b>No iónicos</b>	También llamado lipofílico activo de una sustancia anfótera puede ser un catión o un anión.
<b>Oleum</b>	También llamado ácido sulfúrico fumante, es una disolución de anhídrido sulfúrico ( $\text{SO}_3$ ) en ácido sulfúrico 100% ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).
<b>pH</b>	Este símbolo corresponde a la escala de valoración de la acidez y la alcalinidad de una solución. El pH de una disolución puede medirse mediante una valoración, que consiste en la neutralización del ácido (o base) con una cantidad determinada de base (o ácido) de concentración conocida, en presencia de un indicador.
<b>Potenciómetro</b>	Equipo utilizado para cuantificar las mediciones electroquímicas de las variaciones de pH potencial de hidrogeno.
<b>Reflectómetro</b>	Equipo utilizado para medir la opacidad (poder cubriente) y de reflectancia de luz.
<b>Saponificación</b>	Elaboración de jabón; reacción de una grasa o aceite con un álcali para formar un jabón.
<b>Sebo</b>	Secreción que forma un manto lipídico sobre la piel, protege la capa córnea, impide la pérdida de agua e inhibe el crecimiento de hongos y bacterias.
<b>Solubilización</b>	Disolución de sustancias oleosas en agua con la ayuda de un surfactante para obtener una solución transparente.

<b>Sulfactantes</b>	Agente activo de superficie. Una sustancia que en virtud de sus propiedades anfílicas, es capaz de actuar en la superficie de un líquido o en la interfase entre dos líquidos reduciendo la tensión superficial y mejorando su miscibilidad.
<b>Surfactante</b>	Sinónimo de sulfactante.
<b>Suspensiones</b>	Mezclas heterogéneas (sustancias de diferente naturaleza) en las que las partículas de soluto se decantan de las partículas de disolvente después de algún tiempo.
<b>Tensión superficial</b>	Es la fuerza responsable de la resistencia que un líquido presenta a la penetración de su superficie, de la tendencia a la forma esférica de las gotas de un líquido, del ascenso de los líquidos en los tubos capilares y de la flotación de objetos u organismos en la superficie de los líquidos.
<b>Tenso activos</b>	Ingredientes que tienen la capacidad para actuar sobre la tensión superficial del agua, también llamados sulfactantes y surfactantes.
<b>Tierras diatomeas</b>	Llamadas tierras activadas por su propiedad de adsorber.



## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>LAB</b>	Lineal alquil benceno
<b>SO<sub>3</sub></b>	Trióxido de azufre
<b>CTAB</b>	Cetavlon (nombre comercial), bromuro de cetiltrimetilamonio.
<b>pH</b>	Potencial de hidrogeno
<b>NaOH</b>	Hidróxido de sodio



## **RESUMEN**

Para competir en el mercado actual sobre los productos de limpieza, es indispensable tener productos de alto desempeño y que cumplan las promesas de venta que estos indican, el desarrollo de nuevas formulaciones integrando materias primas de mayor desempeño, pues cada día es más importante para poder competir y ser líder en el mercado, pues cada día se vuelve más exigente.

La utilización de nuevos tenso activos en las formulaciones de jabones combos es sin duda una de las tendencias en el área de desarrollo de productos que no se detendrá hasta que el mercado termine de migrar a productos de mayor desempeño, como los detergentes en polvo, líquidos o tabletas.

En el desarrollo del presente trabajo de graduación se logró obtener información clara sobre la proporción y relación del uso de dos ingredientes activos, principales para el alto desempeño de los jabones tipo combo, lo cual sin duda alguna ayudará a participar de forma competitiva con compañías internacionales.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Mejorar el desempeño del lavado de los jabones semi sintéticos tradicionales adicionando alcohol laurico sulfatado en su formulación, manteniendo las condiciones de humedad e ingrediente activo constantes.

### **Específicos**

1. Evaluar los parámetros físico – químicos de calidad del producto, tales como el nivel de espuma, la dureza, rendimiento del jabón, ingrediente activo, etc. de las fórmulas actuales, y las pruebas de jabón con adiciones de alcohol laurico sulfatado.
2. Mantener dentro de los márgenes de costo definidos las formulaciones propuestas.
3. Mantener las mismas características físicas de apariencia del producto, con el objetivo de que el cliente perciba la mejora en el desempeño y no perciba cambio aparente en el producto terminado.





## INTRODUCCIÓN

Durante la última década en el mercado regional (Guatemala y Centro América) la tendencia en los jabones de lavar es favorable hacia los jabones del tipo combo, esto debido a que su desempeño en el lavado es mayor que la de los jabones tradicionales hechos de la saponificación de grasas y aceites. Los jabones tipo combo o semi sintéticos son los manufacturados de una mezcla de jabón natural con cierto porcentaje de detergente sintético. Comercialmente el detergente sintético más común y comercial es el hecdo del dodecil benceno sulfonato de sodio.

El presente trabajo de graduación tiene como objetivo evaluar dentro de las formulaciones de jabones tipo combo otro ingrediente tenso activo aniónico que es el lauril eter sulfato de sodio, materia prima comercialmente importante en la manufactura de shampoo, cremas, desinfectantes y otros productos de limpieza y cuidado personal.

El incorporar el lauril eter sulfato de sodio en los jabones tipo combo, logrará que éstos tengan mejor desempeño en el lavado, así como mejores características físicas, tales como el rendimiento, el nivel de espuma generado, características del producto terminado y otros.

## **JABONES Y DETERGENTES**

### **1.1 Generales de jabones y detergentes**

El nacimiento del primer jabón se asocia a los remotos tiempos de los egipcios, estos ya utilizaban un producto jabonoso que consistía en una mezcla de agua, aceite y ceras vegetales o animales, fórmula que fue utilizada también por los griegos y los romanos.

En el siglo VII existía una potente industria en España e Italia y fue precisamente en la ciudad italiana de Savona donde se empezó a elaborar un jabón de aceite de oliva que también hacían los musulmanes. En el siglo XV aparece el jabón de Marsella, el precursor de los jabones actuales, preparado con una mezcla de huesos (ricos en potasio) y grasas vegetales. La industria jabonera floreció en las ciudades costeras del Mediterráneo, favorecidas por la abundante presencia del aceite de oliva y la sosa natural. Durante la 2ª Guerra Mundial, los americanos desarrollaron un tipo de jabón que podía utilizarse con agua del mar, pensando en los marines destinados en el Pacífico: así nació el jabón dermatológico, el menos agresivo de todos los jabones.

El carácter anfipático de los jabones permite que éstos interaccionen con sus regiones polares y se sumerjan en la fase acuosa, mientras que las cadenas apolares son repelidas y proyectadas hacia fuera, en el aire, donde interrelacionan con las cadenas alifáticas de sus moléculas vecinas. Esta doble interacción polar-apolar es responsable de que las moléculas de jabón en solución acuosa se extiendan por la superficie del agua y formen una monocapa. Cuando se inyecta aire en la solución jabonosa, las moléculas de jabón se reorientan y adoptan otra estructura, llamada bicapa, que permite formar la espuma de jabón.

## 1.2 Jabones naturales

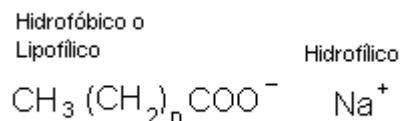
Los jabones son sales alcalinas de ácidos grasos que poseen la combinación necesaria de propiedades surfactivas, de limpieza y de consistencia.

Las materias primas por lo tanto son ácidos grasos y álcalis de sodio y potasio normalmente, así como el agua como medio de reacción. Los ácidos grasos más comúnmente utilizados son aquellos cuya cadena de carbonos se encuentra entre los 8 y los 22 carbonos para los jabones comerciales. Se utilizan asimismo ácidos grasos saturados e insaturados indistintamente por lo general. Los jabones para lograr un buen desempeño deben poseer un grado de solubilidad en agua.

Los surfactantes son agentes que reducen la tensión superficial de una solución, permitiendo una buena dispersión y que las superficies se humedezcan. Esto redundará en una mayor limpieza, dado que mejora la habilidad del agua como elemento de limpieza y humidificante en los intersticios de las prendas.

Un surfactante es un compuesto orgánico formado por la combinación de una molécula hidrofóbica y una molécula hidrofílica. Dependiendo del tipo de surfactante el grupo hidrofílico es la función sulfonato o sulfato. El grupo hidrofóbico o lipofílico es el otro extremo de la molécula que se alinea con los otros componentes insolubles en agua como grasa y partículas de suciedad, mientras el hidrofílico se alinea con el agua. Juntas ambas fases, el surfactante logra homogenizar la mezcla proveyendo una mezcla consistente.

En el caso de los jabones las propiedades surfactivas las provee el ácido graso en su forma saponificada. En este caso un ejemplo de un ácido graso saturado saponificado.



Esto es la base de jabón o viruta, sobre la cual se basa el desarrollo de la jabonería tradicional.

## **Proceso de fabricación de jabón**

### **1.2.1 Mezcla de Grasas**

Mejora de cualidades surfactivas en función de longitudes de cadena en la pasta de jabón. Se pueden utilizar grasas animales y aceites vegetales para lograr diversas propiedades y especificaciones de producto terminado.

### **1.2.2 Blanqueo de grasas**

Mejora de color final obtenido y limpieza de impurezas de los aceites grasas materia prima de la saponificación. Normalmente se utilizan tierras diatomeas o activadas para purificar la mezcla de grasas.

### **1.2.3 Saponificación**

Es la conversión en sal de los ácidos grasos. Como productos se forman glicerina, agua y jabón. El glicerol puede ser o no separado del agua y jabón, en la jabonería tradicional se dejaba incorporado al jabón, actualmente en procesos continuos es separado y purificado para su comercialización independiente.

### **1.2.4 Mezclado con aditivos**

En esta etapa se mejora la consistencia y cualidades de lavado por ablandamiento de agua utilizada a partir de aditivos, otros surfactantes, color y aditivos específicos como blanqueadores ópticos.

### **1.2.5 Secado**

Se mejora la consistencia final del producto dándole consistencia, durabilidad y propiedades físicas.

### **1.2.6 Refinado**

Mejora en propiedades físicas a partir de trabajo mecánico impartido a la masa seca de jabón. Aquí se define el color y apariencia final por el tipo de cristalización obtenida.

### **1.2.7 Empaque**

Proceso productivo propio del proceso de suministro y distribución.

## **SURFACTANTES**

### **1.3 Tipos de surfactantes**

#### **1.3.1 Aniónicos**

Los surfactantes aniónicos contienen generalmente uno de cuatro grupos polares solubles - carboxilato, sulfonato, sulfato o fosfato - combinado con una cadena hidrocarbonada hidrófoba. Dentro de esta clasificación se encuentran las sales de sodio del alquil bencen sulfonatos lineal y ramificado. Los alquil sulfatos derivados principalmente del petróleo y de alta utilización en la industria de jabones y detergentes; también el lauril eter sulfato de sodio derivado de aceites naturales como el aceite de coco.

#### **1.3.2 Cationicos**

Los surfactantes catiónicos comúnmente utilizados en detergentes, agentes limpiadores, líquidos lavaplatos y cosméticos están compuestos por una molécula lipofílica y otra hidrofílica, consistente de uno o varios grupos amonios terciarios o cuaternarios. Las sales de cadenas larga de amonios terciarios, obtenidos por neutralización de las aminas con ácidos orgánicos o inorgánicos, son raramente usadas en detergentes y preparaciones para limpieza. Su principal aplicación esta en el tratamiento de textiles y ocasionalmente como suavizantes tipo rinse. En aplicaciones cosméticas, su aplicación esta restringida a especialidades. Las sales de amonio cuaternarias con un solo grupo alquilo (C12-C18), o dos grupos mas cortos (C8-C10) son usados como sustancias activas antimicrobiános. Debido a su capacidad para adsorber sobre fibras o cabello, los inicialmente mencionados sirven como acondicionadores para el cabello.

#### **1.3.3 No Ionicos**

En contraste a sus contrapartes iónicas, los surfactantes no iónicos no se disocian en iones hidratados en medios acuosos. Las propiedades hidrofílicas son provistas por

hidratación de grupos amido, amino, eter o hidroxilo. Cuando existe un número suficiente de estos grupos la solubilidad acuosa es comparable con la de los surfactantes iónicos. Las aplicaciones son extensas y dependen de la cantidad de grupos polares presentes, que determinaran la solubilidad tanto en agua como en aceite.

#### **1.3.4 Anfóteros**

Los surfactantes llamados anfóteros poseen dos grupos funcionales, uno aniónico, el otro catiónico. En la mayoría de casos es el pH quien determina el carácter dominante favoreciendo una o otra de las posibles disociaciones: aniónico a pH alcalino, catiónico a pH ácido. Cerca de su punto isoeléctrico ellos son realmente anfóteros, es decir poseen dos cargas a la vez y presentan a menudo un mínimo de actividad superficial. Estos surfactantes son en general muy poco irritantes, compatibles con los otros surfactantes y en la mayoría de los casos ellos pueden utilizarse en fórmulas farmacéuticas o cosméticas. Casi todos los anfóteros poseen un grupo catiónico de tipo amina o amonio, el cual puede estar eventualmente bloqueado por una cuaternización.

#### **1.4 Productos sulfonados / sulfatados**

El lauril sulfato de sodio es un agente surfactante aniónico empleado en una variedad de formulaciones, es un detergente y agente humectante, efectivo en soluciones ácidas y alcalinas y en aguas duras. Es usado en shampoos medicados, como limpiador de la piel y en dentífricos

La historia de la manufactura de los alquil benceno sulfonatos (LAB) se remonta a los años 1930. En Alemania, así como en los Estados Unidos un alquil benceno fue producido por la mono clorinacion de fracciones y una reacción subsecuente de Friedel - Crafts. La sulfonacion fue elaborada con oleum (acido sulfurico fumante). Y su subsiguiente neutralización con hidróxido de sodio para la formación de la respectiva sal di sódica.



A comienzos de los noventa, el propileno fue tetramerizado formando un  $\alpha$ -dodecil ramificado. La reacción de Friedel-Crafts con benceno en la presencia de cloruro de aluminio o fluoruro de hidrogeno hizo disponible un proceso atractivamente económico para la síntesis del alquilbenceno. El sulfonato de tetrapropilbenceno fue obtenido reemplazando el jabón empleado como componente surfactante aniónico primario en las formulaciones para detergentes.

La insuficiente biodegradabilidad debido a la alta ramificación de la cadena carbonada condujo a una contaminación acuosa. Por ello, el compuesto lineal fue empleado como un compuesto biológicamente más degradable.

Las fracciones de petróleo fueron separadas por el método del tamiz molecular en n-parafinas de la pureza deseada y convertidas a olefinas por diversos métodos. Las olefinas eran puestas en contacto con benceno, en la presencia de un catalizador ácido, obteniendo el alquilbenceno lineal.

Por medio de la selección del catalizador apropiado, se pueden obtener varias distribuciones isoméricas del grupo fenil. La sulfonación de alquilbencenos puede ser realizada con oleum, ácido sulfurico o trióxido de azufre gaseoso. El grupo sulfonato se introduce dentro del anillo bencénico primariamente en la posición P (para). El proceso podría ser operado en proceso discontinuo o continuo.

La sulfonación industrial de LAB es logrado hoy en día con trióxido de azufre  $SO_3$  en reactores específicos. Los reactores de película líquida o tubos de contacto son los adecuados especialmente para aplicación del proceso continuo.

En la reacción con trióxido de azufre, en lugar de ácido sulfurico, la generación de subproductos es inevitable por lo cual los productos (ácido sulfónico) se maduran o hidrolizan neutralizándolos enseguida con hidróxido de sodio obteniendo pastas con contenido de sustancia activa de alrededor del 50 - 60%. El producto final puede ser

mezclado con una solución de hipoclorito de sodio acuosa para alcanzar colores más claros.

Para el análisis de la eficiencia del producto, la cadena lineal de carbón influye en el producto final afectando la humectación, producción de espuma y su estabilidad y también la tensión superficial.

## **MÉTODOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE ANÁLISIS**

### **3.1 Métodos analíticos de jabones y detergentes**

#### **3.1.1 Medición de ingrediente activo aniónico**

El método para la determinación de ingrediente activo consiste en diluir una muestra del jabón o detergente, titular con una solución de CTAB previamente estandarizada y utiliza como indicador azul de metileno, la titulación se termina hasta obtener la misma tonalidad de color en las dos fases. El resultado obtenido es el porcentaje en peso de dodecibenceno sulfonato de sodio.

#### **3.1.2 Medición de pH**

La medición del pH de los jabones se realiza preparando una solución al 2 % del jabón o detergente en agua destilada y midiendo las unidades de pH con un potenciómetro electrónico, no se recomienda el uso de papel pH para estas determinaciones.

#### **3.1.3 Alcalinidad total en jabones**

Para determinar la alcalinidad en los jabones es necesario diluir una muestra en alcohol etílico puro neutralizado y titula con ácido sulfúrico de concentración normal conocida, para esta determinación se utiliza fenoftaleina diluida en alcohol, el resultado obtenido es el porcentaje en peso de hidróxido de sodio (NaOH) en la muestra.

### **3.2 Métodos físicos en jabones semi sintéticos**

#### **3.2.1 Prueba de desempeño de lavado**

La prueba de desempeño consiste en probar los diferentes jabones o pruebas de jabones contra un estándar, se realizar soluciones estándar de manchas de grama y salsa de tomate y estas son aplicadas bajo las mismas condiciones a una muestra de tejido. Este tejido es sometido a lavado con las diferentes pruebas y los tejidos después de secos

se les mide con un Reflectómetro la cantidad de luz reflejada para poder determinar que prueba o muestra elimino la mayor cantidad de la mancha en el tejido.

### **3.2.2 Formación de espuma**

La formación de espuma se determina pesando muestras iguales de cada prueba y colocando cada muestra en probetas distintas e identificadas. Las probetas son sometidas a agitación constante durante un tiempo determinado lo que provoca la formación de espuma. Esta se mide en cm<sup>3</sup> de espuma formada y después de un tiempo se mide nuevamente para ver la estabilidad de la espuma que se formo.

### **3.2.3 Pruebas de dureza al jabón**

Esta prueba es realizada con un péndulo de masa estándar que se deja en caída libre sobre una muestra de cada prueba de producto, se mide la proporción del péndulo que penetra la muestra de jabón y esto indica cuan dura es una muestra comparada con el estándar o las diferentes pruebas. Los resultados de esta prueba se pueden interpretar como cual jabón rinde más que otro.

## RESULTADOS

1. Las pruebas evaluadas en sus parámetros químicos de materia activa, humedad, pH y alcalinidad cumplieron su criterio de éxito pues se mantuvieron constantes tanto la muestra estándar como las diferentes pruebas. En la tabla I se resumen los resultados analíticos que se corrieron a las pruebas hechas, en los diagramas correspondientes a cada parámetro se puede evaluar que estos permanecieron constantes, ver diagramas 1 al 3.
2. Los resultados de las pruebas físicas se encuentran resumidas en la tabla III donde puede apreciarse que la variable dureza se mantuvo constante lo que asegura que el producto tiene la misma consistencia en todas las pruebas donde se variaron las cantidades de materia activa, ver tabla III y figura 6.
3. Las variables que cambiaron fueron el nivel de espuma que se detectó que a partir de la primera prueba hubo una mejora y consistentemente esta se detectó en el resto de las pruebas, ver figura 5, de este se resume que esta propiedad es directamente proporcional a la cantidad de lauril éter sulfato de sodio que se incorpora en la formulación.
4. En el desempeño de lavado se pudo evidenciar que para las primeras dos pruebas con niveles de 0.5 y 1.5 % de lauril éter sulfato de sodio el desempeño baja en -0.02 unidades de reflectancia de luz, posteriormente en la prueba 3 y 4 el producto mejora en un -0.01 respecto al objetivo de la fórmula estándar, de esto se concluye que lo más adecuado para incorporar a una formulación de este material debe ser arriba del 2 % donde aseguramos que tiene un mejor nivel de espuma y el lavado mejora en un -0.01 de reflectancia de luz, este parámetro se interpreta como mejor conforme se acerca el dato al cero. Ver figura 4.

**Tabla I Resultados de análisis químicos**

Parámetro	Unidad	Especificación			% variación	Estándar	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
		mínima	máxima	objetivo						
Ingrediente Activo	% W Materia aniónica	5.82	7.88	6.85	15	6.85	6.87	6.88	6.85	6.85
pH (potencial de Hidrogeno)	Unidad	8.84	11.96	10.4	15	10.38	10.59	10.37	10.64	10.52
Alcalinidad Total	% w NaOH (Hidróxido de sodio)	7.23	9.78	8.5	15	8.61	8.68	8.62	8.74	8.68
Humedad	% w H <sub>2</sub> O	15.30	20.70	18	15	18.20	18.00	18.20	18.23	18.22

Figura 1. Resultados de análisis químicos, medición del materia activa

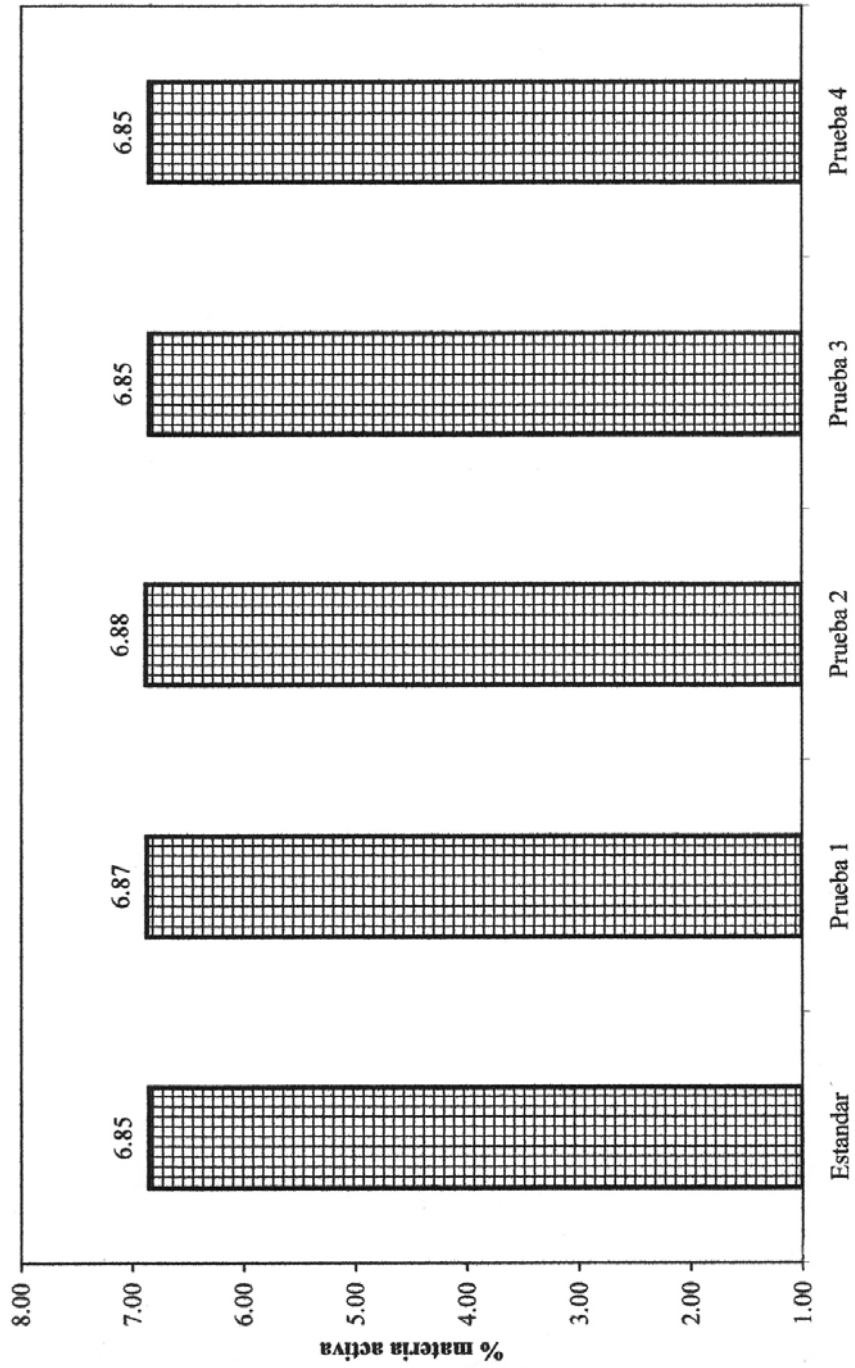


Figura 2. Resultados de análisis químicos, medición de pH y alcalinidad

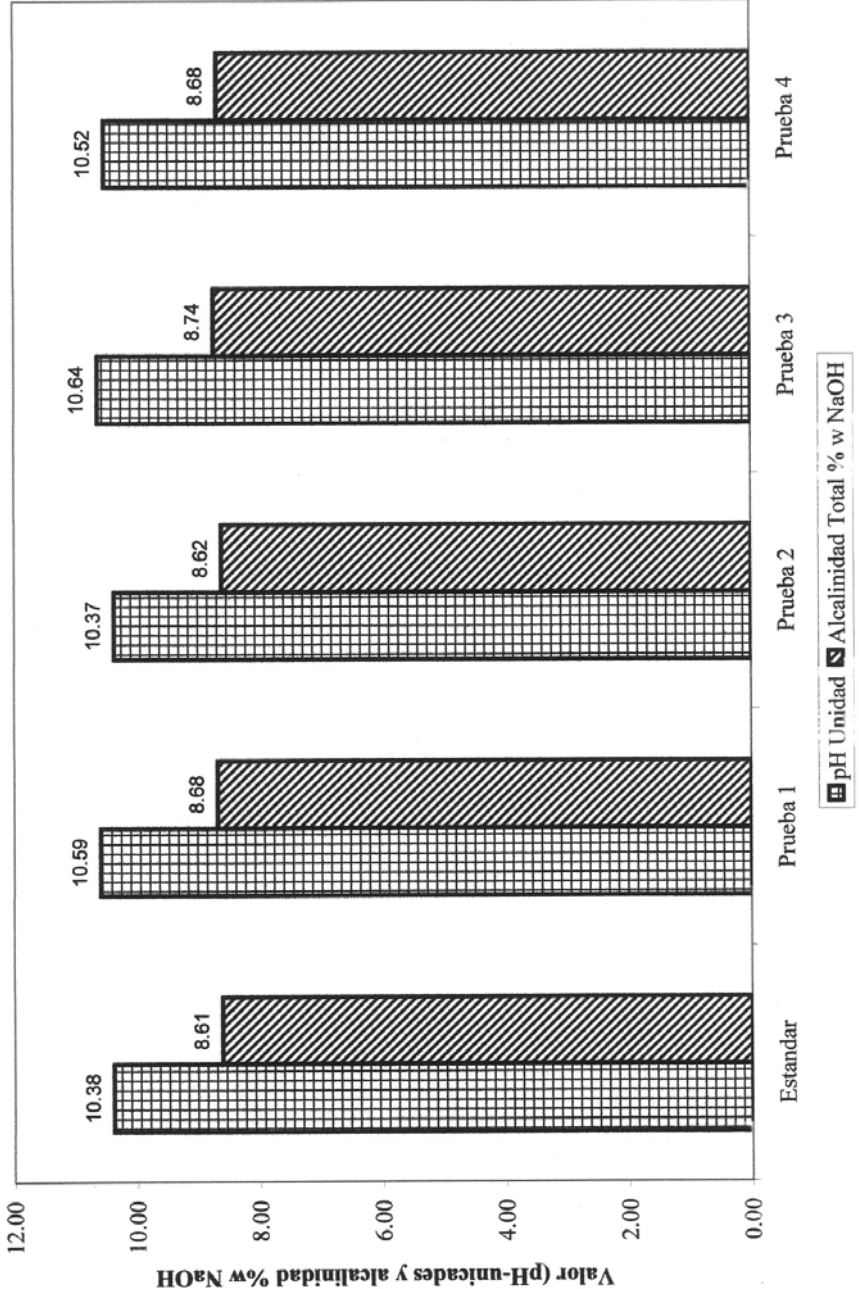
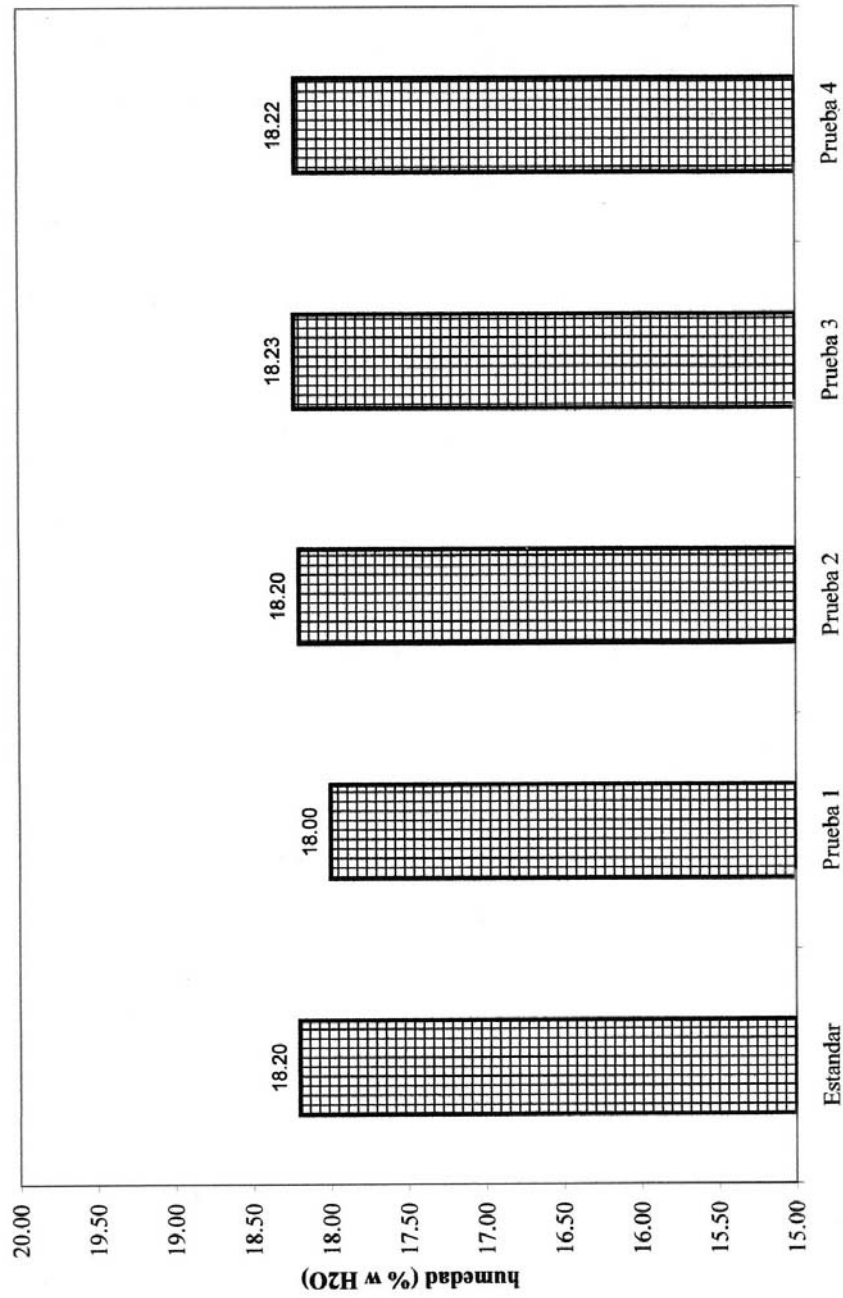




Figura 3. Resultados de análisis químicos, medición de humedad



**Tabla II. Análisis estadístico de resultados químicos**

Parámetro	Unidad	Especificación			Promedio	Desviación estándar
		mínima	máxima	objetivo		
Ingrediente activo	% W Materia Aniónica	5.82	7.88	6.85	6.86	2.76
pH	Unidad	8.84	11.96	10.4	10.50	1.70
Alcalinidad total	% w NaOH	7.23	9.78	8.5	8.67	2.23
Humedad	% w H <sub>2</sub> O	15.30	20.70	18	18.17	1.70

**Tabla III. Resultados de pruebas físicas**

Parámetro	Unidad	Especificación			Estándar	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
		mínima	máxima	objetivo					
Prueba de desempeño	% reflectancia	-0.88	-0.90	-0.89	-0.89	-0.90	-0.92	-0.88	-0.88
Formación de espuma	cm. espuma	12	14	13	13.00	13.05	13.10	13.10	13.50
Dureza del jabón	% de penetración	17	23	20	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00

Figura 4. Resultados de pruebas físicas, medición de prueba de desempeño

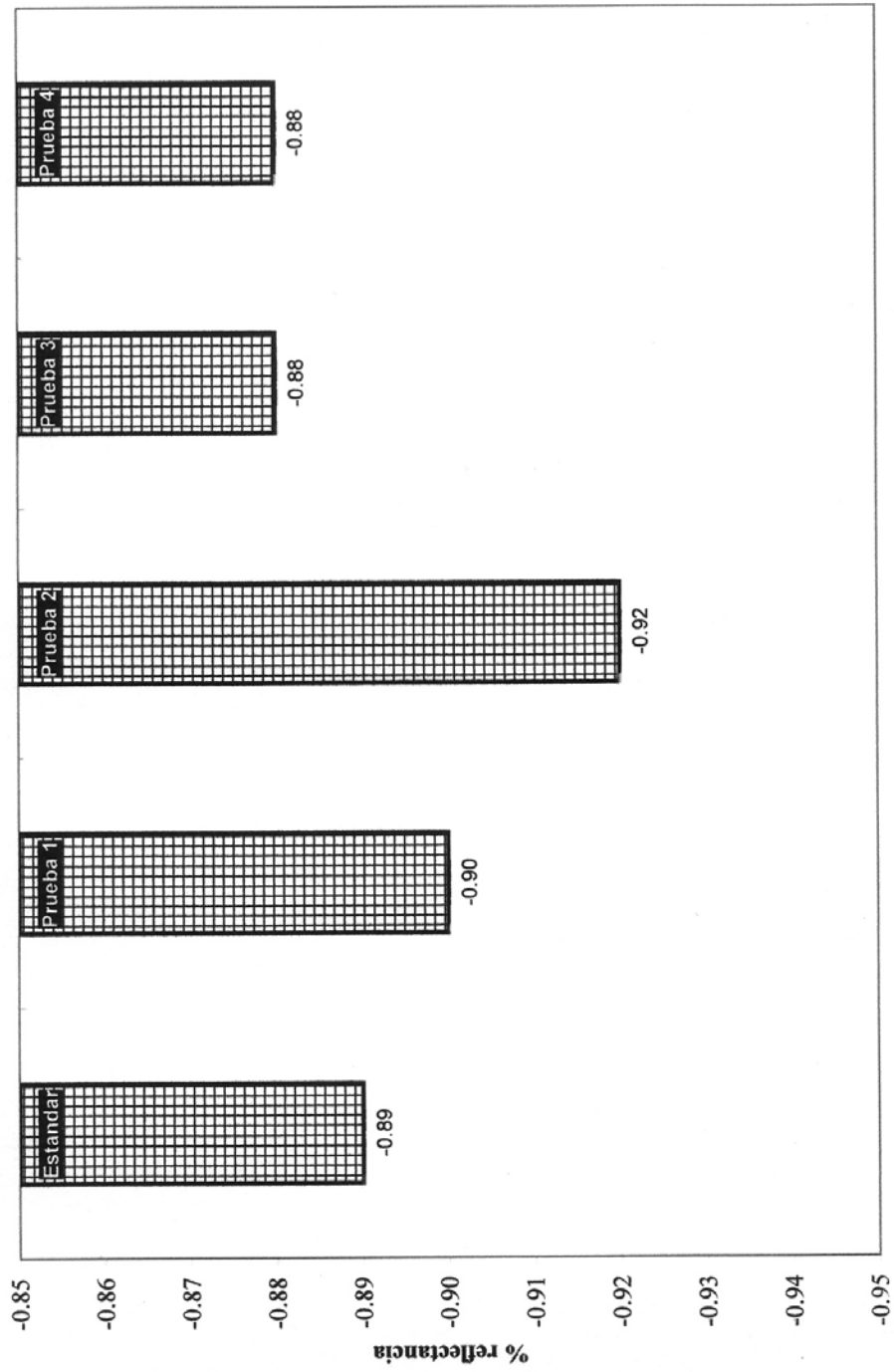


Figura 5. Resultados de pruebas físicas, medición de espuma

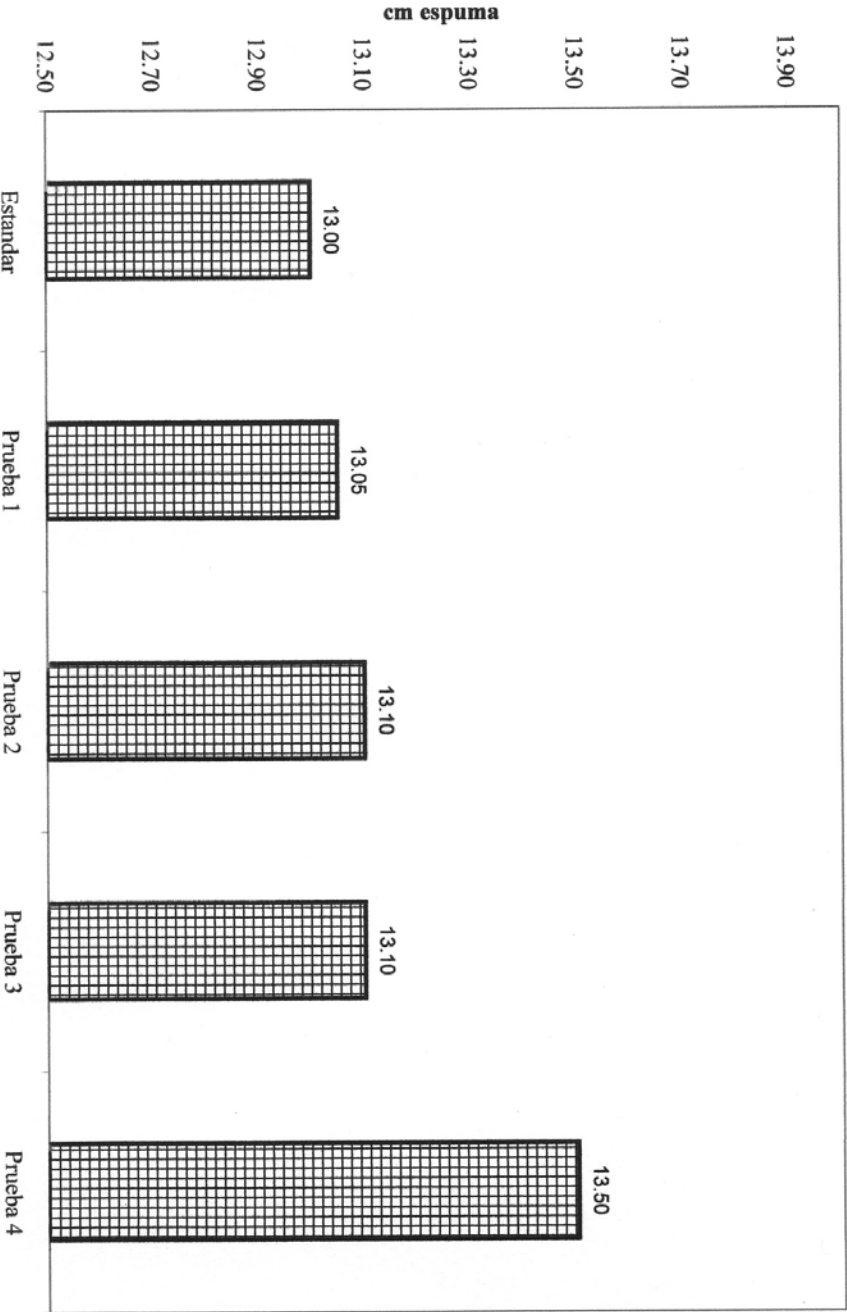
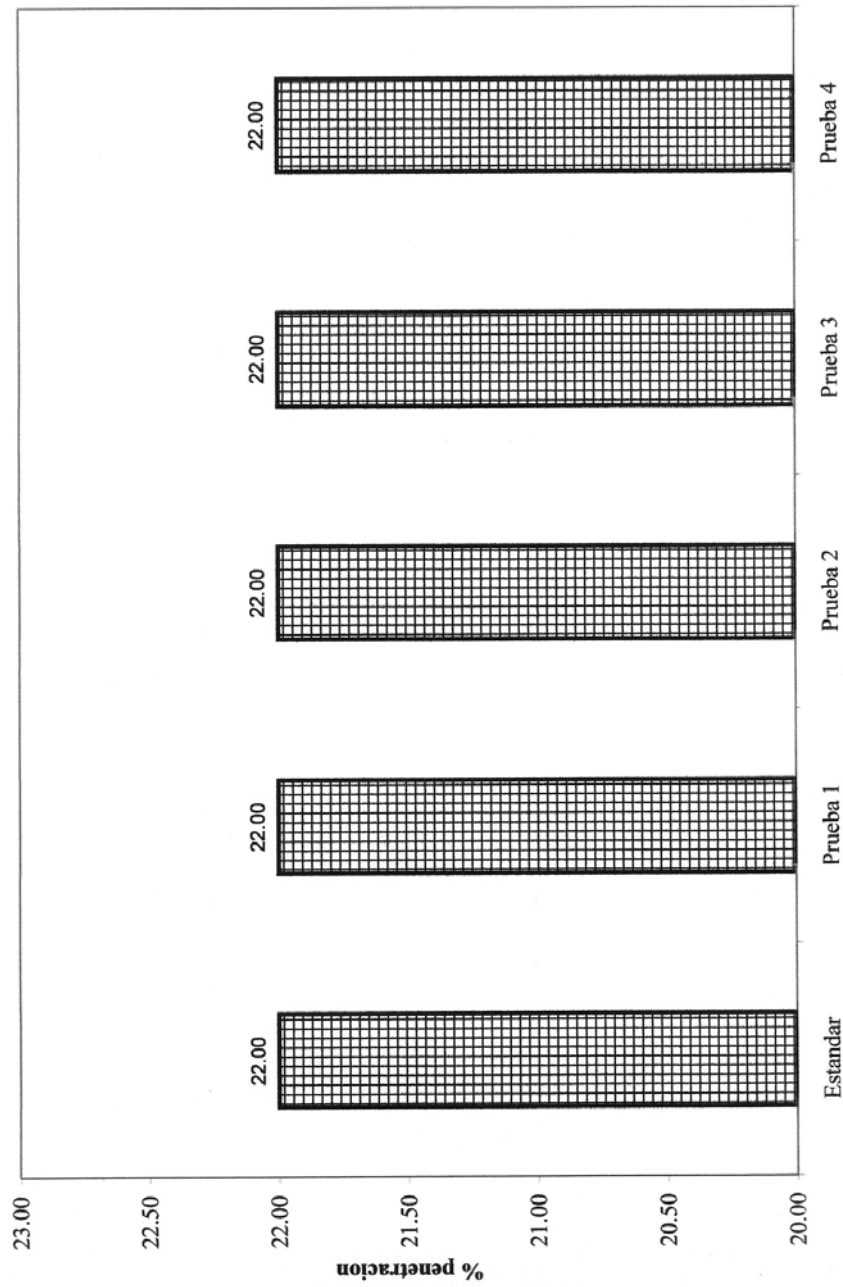


Figura 6. Resultados de pruebas físicas, medición de la dureza del jabón



Como parte de los resultados se incluyen la tabla número 4 con el resumen de los costos de la investigación.

**Tabla IV. Análisis de costos de la investigación**

<b>No.</b>	<b>Descripción del costo</b>	<b>Costo (Q)</b>
1	Planeación de pruebas	1,600
2	Equipo para las mediciones (laboratorio)	10,000
3	Mano de obra de pruebas y análisis (operación y laboratorio)	1,850
4	Producto terminado (costo de producto de prueba)	40,000
5	Energía eléctrica (paro – prueba – arranque)	3,800
6	Compra de materia prima nueva	6,480
	TOTAL	133,730

## CONCLUSIONES

1. El utilizar lauril éter sulfato de sodio en formulaciones tipo combo o semi sintéticas, mejora el desempeño del jabón, como producto terminado en el nivel de espuma y el desempeño del producto final para lavar.
2. Al utilizar mezclas de tenso activos aniónicos de ácido sulfónico y lauril éter sulfato de sodio, las propiedades físicas del producto se conservan, por lo que el uso de mezclas de este es recomendable para formulaciones tipo combo o semi sintéticas.
3. La variación de costo del producto terminado utilizando mezclas de tensoactivas de ácido sulfónico y lauril éter sulfato de sodio no es significativo en el producto terminado, por lo que se recomienda su uso para mejorar el desempeño del producto final.





## RECOMENDACIONES

1. Para mejorar este tipo de investigaciones es aconsejable planificar pruebas a niveles superiores de mezcla de los ingredientes activos, a fin de determinar si existe algún comportamiento sinérgico a mayores concentraciones, pero estaría fuera del objetivo de cumplimiento de costos, para fines técnicos es necesario tener mayor dispersión de datos para un mejor análisis.
2. En cuanto a la información obtenida de los resultados se sugiere el uso de ambos activos aniónicos para la mejora de desempeño de este tipo de formulaciones, es importante hacer notar que si se utilizan niveles de activo más alto se corre el riesgo de que algunos aspectos físicos del producto se vean alterados, por ejemplo, la consistencia, la cual el consumidor final la asocia directamente con el rendimiento del jabón.



## BIBLIOGRAFÍA

1. SALAGUER, Jean Luis. **Surfactantes tipos y usos**. Venezuela: Universidad de los Andes, 2002.
2. SALAGUER, Jean Luis y Fernández Álvaro. **Surfactantes generalidades y materias primas**. Venezuela: Universidad de los Andes, 2004.
3. SALAGUER, Jean Luis. **El mundo de los surfactanes**. Venezuela: Universidad de los Andes, 1994.
4. HO TAN TAI, Louis. **Formulating Detergents and Personal Care Products**. USA AOCS 2000.
5. DAINITH John. **A dictionary of chemistry**. Oxford University. USA 2004.
6. The Soap and Detergent Association SDA. **Soap and detergents**, second edition. USA 1994.