

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
DE GUATEMALA**

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Química



Excelencia que trasciende

**“DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SUAVIZADOR LÍQUIDO
DE ROPA A NIVEL MEDIANA INDUSTRIA”**

Trabajo de investigación presentado por
HELGA MARÍA MONASTERIO PRADO
previo a optar el grado académico de
Ingeniera Química

BIBLIOTECA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Guatemala
2008

**“DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SUAVIZADOR LÍQUIDO
DE ROPA, A NIVEL MEDIANA INDUSTRIA”**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
DE GUATEMALA**

Facultad de Ingeniería



Excelencia que trasciende

**“DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SUAVIZADOR
LÍQUIDO DE ROPA, A NIVEL MEDIANA INDUSTRIA”**

HELGA MARÍA MONASTERIO PRADO

BIBLIOTECA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Guatemala
2008

Vo. Bo.:

f)

Ingeniero Gamaliel Zambrano

Tribunal Examinador:

f)

Ingeniero Gamaliel Zambrano

f)

Ingeniero Jorge Godínez

f)

Ingeniero Roberto De León

Fecha de aprobación: 23 de enero de 2008.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	página
ÍNDICE GENERAL	v
FIGURA	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
A. Historia	2
B. Materias primas	3
1. Silicón	4
2. Ácido láctico	4
3. Alcohol graso	4
4. Agua	4
5. Poliacrilato de sodio en emulsión de aceite mineral	6
6. Trietanol amina cuaternizada	8
C. Fragancias	8
D. Colorantes	9
E. Aspectos a tomar en cuenta en el diseño de una línea de producción de suavizadores líquidos para ropa y en el proceso de manufactura de los mismos	12
1. Control de calidad	12
2. Materias primas	13
III. JUSTIFICACIÓN	15
IV. OBJETIVOS	16
A. General	16
B. Específicos	16
V. PROBLEMA A RESOLVER	17
VI. METODOLOGÍA	18

VII. RESULTADOS	20
A. Fórmulas a fabricar	21
B. Costos por unidad de producción de materias primas	25
C. Especificaciones del producto terminado según análisis de laboratorio	25
D. Capacidad de la línea de producción	27
E. Descripción de costos de equipo	29
F. Presentación del producto final y precio de venta	31
G. Distribución final del equipo	32
H. Análisis económico	33
VIII. DISCUSIÓN	28
IX. CONCLUSIONES	42
X. RECOMENDACIONES	44
XI. BIBLIOGRAFÍA	45
XII. APÉNDICE	47
A. Fórmulas para producción	47
B. Análisis económico de la implementación de la línea de producción de suavizadores líquidos de ropa	49

FIGURA

No.	Contenido	Página
1.	Distribución final de equipo	32

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Contenido	Página
1.	Porcentaje recomendado en la adición de fragancias	9
2.	Primeros ingredientes utilizados en la fabricación de suavizadores de ropa líquidos	11
3.	Formulación actual para los suavizadores de ropa líquidos	20
4.	Fórmula final del suavizador líquido "Planchado fácil"	21
5.	Fórmula final del suavizador líquido "Libre de enjuague"	21
6.	Fórmula final del suavizador líquido "Cuidado de la ropa negra"	22
7.	Costo de materias primas para la producción	22
8.	Características de producto terminado del suavizador "Planchado fácil"	25
9.	Características de producto terminado del suavizador "Libre de enjuague"	26
10.	Características de producto terminado del suavizador "Cuidado de la ropa negra"	26
11.	Producción programada	27
12.	Descripción del equipo para manufactura	28
13.	Descripción del equipo para tratamiento de agua	29
14.	Presentación del producto final y precio de venta	30
15.	Flujo de caja	33
16.	Ventas de suavizador líquido proyectadas por año	34
17.	Tasa interna de retorno (TIR) y Valor actual neto (VAN)	35
18.	Formula suavizador líquido "Planchado fácil"	47
19.	Formula suavizador líquido "Libre de enjuague"	48
20.	Formula suavizador líquido "Cuidado de la ropa negra"	48
21.	Análisis de costos estimados anuales de producción por variante y por presentación del producto terminado	49
22.	Inversión inicial	50

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño de una línea de producción para la fabricación de suavizador líquido para ropa. Se presentan tres variantes para producir.

El método de preparación es sencillo pues para ello se requiere de un tanque de agitación constante, una llenadora de pistón, una banda transportadora y tratamiento para el agua del proceso. El ingrediente predominante en ambas preparaciones es el agua, la cual, por esto, debe tener la mínima cantidad de microorganismos.

El perfume para cada una de las tres variantes a fabricar se deja a discreción del fabricante, más los demás ingredientes (excluyendo el colorante) no pueden ser omitidos para no afectar el desempeño y calidad del producto.

Se realizó un análisis económico a 10 años plazo para la determinación de la rentabilidad del proyecto. Los indicadores económicos tomados en cuenta en este análisis fueron la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN). Los resultados muestran que la TIR del proyecto es del 83.44% y la VAN es de Q. 31,22,327.45. Estos valores muestran en cifras numéricas la rentabilidad para llevar a cabo este proyecto. También se determinó el tiempo de recuperación de la inversión, el cual es de tres años. Se tiene además que la inversión inicial para echar a andar este proyecto es de Q. 5,213,237.85.

ABSTRACT

This Project presents the design of a production line to make liquid fabric softener. It contemplates the production of three variants of liquid fabric softener.

The preparation method is quite simple, for it consists of the following equipment; an agitated tank, a piston filler, a transporting band and a water treatment system. The main ingredient in each preparation of softener is water, that is why, it must contain the minimum amount of microorganisms.

The perfume for each of the three variants is left to the choice of the manufacturer, the rest of ingredients (excluding the dye) cannot be omitted in order to maintain performance and quality of the product.

An economic analysis was made with a projection of 10 years to determine the profitability of the Project. The economic indicators taken in this analysis were the internal rate of return (IRR) and the present value (NPV). The results show that the IRR of the Project is of 83.44% and the NPV is Q. 31,222,327.45. These values show in numbers the probability of this project commercially. The recovery period was also estimated for this project and it is of 3 years. It is also important to mention that the initial investment to start this project is of Q. 5,213,237.85.

I. INTRODUCCIÓN

La demanda de los suavizadores de ropa líquidos ha incrementado en los últimos años. Debido a que es una industria de alto margen de rentabilidad se espera que exista una necesidad en varias plantas productoras de insumos de limpieza o afines en tener una línea de producción de esta naturaleza.

En este proyecto se detalla paso a paso el proceso que involucra el diseño, la formulación del producto y la puesta en marcha de ésta línea de producción. Se exponen los precios de las materias primas a utilizar al igual que de los equipos involucrados y finalmente la rentabilidad del producto terminado. El propósito de esta línea de producción es enfocarse en las nuevas tendencias de suavizante para ropa, como lo son los libre de enjuague, de planchado fácil y para el cuidado de las prendas color negro.

Para poder instalar y echar a andar esta línea de producción, se requiere un área de 344 m², incluida aquí el área destinada a la expansión.

En el mercado actual se pueden observar diferentes presentaciones para la venta del suavizador de ropa líquido. Entre las más populares se pueden mencionar 1L y 3.785 L (1 galón), por lo que el equipo se cotizará con base en estos volúmenes.

El material para el envasado del producto terminado será tereftalato de polietileno (PET), ya que éste mantiene las propiedades del producto inalterables.

Se realizó un estudio económico con proyección a 10 años para evaluar la rentabilidad del producto.

II. ANTECEDENTES

A. Historia

Un suavizador de ropa líquido es una composición agregada en dilución a la ropa para hacerlas más agradables al tacto. Estos productos funcionan ya que depositan agentes lubricantes a los tejidos y estos dan la sensación de suavidad, además reducen la estática entre las prendas y contribuyen a dar a los textiles un agradable aroma.

Los primeros suavizadores de ropa fueron desarrollados por la industria textilera durante los principios del siglo veinte. Durante este tiempo, el método utilizado para el teñido de las fibras de algodón las dejaba ásperas al tacto. En el principio de los noventas, surgieron unas preparaciones químicas llamadas ablandadores de algodón. Estas fueron utilizadas con el fin de disminuir esta textura áspera después del teñido.

Un ablandador típico consistía en siete partes de agua, tres partes de jabón, una parte de aceite de oliva, maíz o sebo. Con avances en la química orgánica, nuevos compuestos fueron creados y estos suavizaban la ropa más efectivamente. Esto mejoró inmediatamente las formulaciones y éstas encontraron su camino hacia el mercado comercial.

Para los años sesentas, muchos comerciantes, empezaron a vender suavizador líquido para textiles para el uso en casa. La popularidad de este producto incremento dramáticamente en la siguiente década mientras los fabricantes desarrollaban nuevas formulas que daban una mejora en suavidad y también aportaban fragancias más agradables.

A pesar del crecimiento en popularidad de los suavizadores para ropa, surgió una desventaja considerable: Los componentes químicos de los suavizadores líquidos no son compatibles con detergentes y por lo tanto no pueden ser agregados a la ropa hasta que todos los agentes detergentes hayan sido removidos.

Por este problema, en los años setentas, los comerciantes encontraron una manera de impregnar toallas con suavizador para su uso en secadora de ropa comercial. Aunque las toallas son muy utilizadas, la preferencia siempre se inclina hacia los suavizadores líquidos por que son más efectivos.

Para finales de los años noventa, las ventas anuales de los suavizadores líquidos para ropa en los Estados Unidos alcanzaron aproximadamente los \$700 millones (en supermercados, farmacias y comercialización masiva).

B. Materias Primas

Las primeras materias primas para la fabricación de suavizadores de ropa eran simples dispersiones de materiales grasos que se depositaban sobre las fibras de la ropa luego de lavadas. Uno de los ingredientes más comunes era el Cloruro dimetil de amonio dihidrogenado (DHTDMAC), que pertenece a una clase de materiales conocida como componentes de amonio cuaternario, o quarts. Este tipo de ingrediente es útil porque parte de la molécula tiene una carga positiva que la une a la carga negativa de las moléculas de la ropa. Esta interacción de carga también ayuda a dispersar las fuerzas eléctricas que son responsables de la estática en la ropa. La otra parte de la molécula es de naturaleza grasa y esto le provee la lubricidad que hace que el tejido se sienta suave.

Mientras estos quarts suavizan los tejidos efectivamente, también los hacen menos absorbentes. Este es un problema para ciertos artículos de lavandería como son los pañales y las toallas. Para evitar este fenómeno, se usan los derivados de amonio cuaternario en combinación con otros ingredientes.

1. **Silicón.** Una de las nuevas clases de materiales utilizados en la formulación de suavizantes para ropa es el dimetilpolisiloxano (PDMS). El Siloxano es un fluido a base de silicón que tiene la habilidad de lubricar las fibras para dar suavidad mejorada y facilidad en el planchado. Otros silicones utilizados en los suavizadores de ropa son los amino-funcionales y las gomas de silicón. Estos derivados del silicón son modificados para que sean más compatibles con los tejidos y por esto pueden mejorar dramáticamente la sensación en la piel.

2. **Ácido láctico.** El ácido láctico es un líquido siruposo, límpido y libre de material en suspensión.

En la fabricación de suavizadores de ropa a nivel industrial se utiliza como preservante. Se emplea como la alternativa más amplia al uso de la glicerina como suavizante.

3. **Alcohol graso.** Los alcoholes grasos se utilizan principalmente para la fabricación de detergentes y productos de limpieza, así como en productos cosméticos y farmacéuticos.

Los alcoholes grasos etoxilados son usados en la industria de producción de suavizadores de ropa líquidos como emulsificantes. Normalmente, se usan mezclas de varios de ellos, ya que esto aumenta su capacidad para estabilizar las emulsiones. Son buenos detergentes y mantienen baja formación de espumas.

4. **Agua.** El agua es un solvente que se usa en la fabricación de suavizadores para ropa. Ésta es agregada en mayor proporción a la fórmula para darle fluidez a la misma y además mantener el precio del producto terminado en rangos específicos y al alcance del consumidor.

En química, el agua es un compuesto formado por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, es inolora, insabora e incolora. Para obtener agua químicamente pura es necesario realizar diversos procesos físicos de purificación ya que el agua es capaz de disolver una gran cantidad de sustancias químicas, incluyendo gases.

Se llama agua destilada al agua que ha sido evaporada y posteriormente condensada. Al realizar este proceso se eliminan casi la totalidad de sustancias disueltas y microorganismos que suele contener el agua; es prácticamente la sustancia química pura H_2O .

El punto de ebullición del agua a la presión de una atmósfera, que suele ser la que hay al nivel del mar, es de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, y su punto de congelación es de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. La densidad máxima del agua líquida es 1 g/cm^3 , alcanzándose este valor a una temperatura de $3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$; la densidad del agua sólida es menor que la del agua líquida a la misma temperatura, $0,917\text{ g/ml}$. El agua tiene una tensión superficial muy elevada. El calor específico del agua es de $1\text{ cal/}^{\circ}\text{C}\cdot\text{g}$.

El agua se considera un disolvente universal, ya que es el líquido que más sustancias disuelve, por ser una molécula polar. Las moléculas de agua están unidas por puentes de hidrógeno.

El agua que es una molécula polar porque presenta polaridad eléctrica, con un exceso de carga negativa junto al oxígeno, compensada por otra positiva, repartida entre los dos átomos de hidrógeno; los dos enlaces entre hidrógeno y oxígeno no ocupan una posición simétrica, sino que forman un ángulo de $104^{\circ} 45'$. El agua es un termorregulador del clima, gracias a su elevada capacidad calorífica. Su elevada tensión superficial hace que se vea muy afectada por fenómenos de capilaridad.

Además, es el líquido que disuelve más sustancias, por eso se denomina disolvente universal. Esta propiedad disolvente, de gran importancia para la vida, se debe a su capacidad para formar puentes de hidrógeno con otras sustancias que pueden presentar grupos polares, o con carga iónica, como alcoholes, azúcares con

grupos R-OH, aminoácidos y proteínas con grupos que presentan cargas + y -, dando lugar a disoluciones moleculares. También las moléculas de agua pueden disolver sustancias salinas que se disocian formando disoluciones iónicas.

Existe el tipo de agua llamada agua dura, la cual contiene minerales, como son mayores cantidades de carbonatos de calcio y magnesio y sulfatos principalmente, de sulfuro, azufre y hierro, que lleva en sí un tanto del óxido rojizo, más aún es bien empleada en el uso cotidiano, incluyendo el consumo, aunque no tenga la nitidez del agua purificada; por consiguiente, el agua dura, dependiendo de los niveles de minerales, tiene sabor y puede ser ligeramente turbia.

También se debe a la presencia de sales cálcicas y magnésicas cuya presencia (dureza temporal) suele producir depósitos de sarro en las teteras y otras superficies en contacto con el agua dura.

Para "mejorar" sus cualidades y hacer del agua dura, agua que no manche con óxido o con sarro se utilizan ablandadores de intercambio iónico, ablandadores de resina regenerable con sal (ablandador) en aparatos especialmente diseñados para el proceso de ablandamiento.

El agua dura puede sacarse directamente de pozos, dependiendo de la tierra; por lo general, el agua dura no pertenece a una red citadina de distribución, sino que es un recurso del campo. Una forma de cuantificar la dureza total del agua, es sumar la dureza cálcica (concentración de masa de cationes cálcicos Ca^{2+} en el agua) y la dureza magnésica (concentración de masa de cationes magnésicos Mg^{2+} en el agua). Mientras más alto el valor de la dureza total, más dura es el agua.

Uno de los métodos más modernos para purificar agua es la ósmosis inversa u inversa.

5. **Poliacrilato de sodio en emulsión con aceite mineral.** Los agentes acondicionantes usados en los suavizadores de ropa no son soluble en agua, por lo regular, debido a su naturaleza aceitosa. Por lo tanto, otro tipo de químico, conocido como emulsificante debe ser agregado a la fórmula para crear una mezcla estable. Sin emulsificadores el líquido se separaría en dos fases.

Existen tres tipos de emulsificantes usados en la fabricación de suavizadores de ropa:

- Micro-emulsiones
- macro-emulsiones
- emulsiones poliméricas.

Las macro-emulsiones son dispersiones cremosas de aceite y agua similares a la textura de los acondicionadores de cabello o cremas hidratantes. Las moléculas del emulsificador rodean las gotas hidrofóbicas del silicón, permitiéndoles así que se dispersen en el agua. Una micro-emulsión es químicamente similar, pero crea partículas de aceite que son tan pequeñas y livianas, que lo rodean. Por lo tanto una micro-emulsión se caracteriza por su claridad y transparencia al contrario de ser blanca lechosa. Una de las ventajas de las micro-emulsiones es que las partículas de silicón son tan pequeñas que actualmente penetran las fibras de los tejidos, mientras que las macro-emulsiones sólo se depositan sobre la superficie de los tejidos. El tercer tipo, los poliméricos, crean dispersiones que se miran similares a una macro-emulsión. Este sistema no usa emulsificadores verdaderos para suspender y disolver la fase aceitosa. En cambio, las emulsiones poliméricas crean una red estabilizada de moléculas que suspenden las pequeñas gotas de silicón como una red de pesca.

El sistema de emulsificación que se utiliza en los suavizadores de ropa debe ser escogido cuidadosamente para asegurar el nivel apropiado de deposición sobre el tejido. Una mezcla de emulsificadores no-iónicos (los que no tienen carga) y emulsificadores catiónicos (los que tienen carga positiva) son usualmente utilizados. Los surfactantes aniónicos (que tienen carga negativa) son raramente usados porque los agentes acondicionadores de tejidos tienen una carga positiva que tiende a desestabilizar una emulsión aniónica.

Además de los agentes acondicionantes y emulsificantes, los suavizadores de ropa contienen otros ingredientes para mejorar su apariencia estética y para asegurar que el producto sea estable en el anaquel. Por ejemplo, fragancia y color son

añadidos para hacer el producto más agradable al consumidor. Además, se usan estabilizadores de las emulsiones y perseverantes para asegurar la calidad del producto.

6. **Trietanol amina cuaternizada.** Su nombre químico es 2,2',2" Nitrilotrietanol, Se usa principalmente como detergente, emulsificante y plastificante ya que absorbe fácilmente el agua.

Este producto es un suavizante para textiles. Los suavizantes textiles son productos que confieren a los materiales una serie de propiedades deseables para los usuarios. Entre ellas destacan la mejora de la prenda al sentido del tacto, ya que provoca que los tejidos sean más suaves, agradables y lisos además de proveer un efecto anti estática para las prendas.

C. **Fragancias**

La fragancia es una mezcla que contiene aceites esenciales aromáticos, alcohol y un fijador, utilizado para proporcionar un agradable y duradero aroma a diferentes objetos pero, principalmente al cuerpo humano.

Los aceites esenciales se obtienen por destilación de flores, plantas y hierbas, tales como la lavanda, rosas, jazmín, etc. El perfume de jazmín se obtiene a través de un proceso llamado "enfleurage", consiste en impregnar las sustancias aromáticas en grasa y después extraer el aceite oloroso con alcohol. También se utilizan compuestos químicos aromáticos. Los fijadores que aglutinan las diversas fragancias incluyen bálsamos, ámbar gris y secreciones glandulares de ginetas y ciervos almizcleros (estas secreciones sin diluir tienen un desagradable olor, pero en una solución alcohólica actúan como conservantes).

La fragancia en un producto de limpieza es determinante para el comprador al momento de hacer la elección.

La siguiente tabla muestra los porcentajes de fragancia recomendados en formulaciones industriales:

Tabla No.1
Porcentaje recomendado en la adición de fragancias

Producto	Porcentaje de aplicación en producto (%)
Crema	0.3-0.5
Shampoo	0.3-0.5
Jabón líquido	0.-0.4
Jabón de tocador	1.0-1.5
Gel	0.3-0.5
Talco	0.2-0.3
Antitranspirante	0.2-0.5
Sales de baño	0.5-1.0
Crema para afeitarse	0.5-0.6
Jabón de lavandería	0.2-0.5
Detergente	0.2-0.5
Jabón líquido para ropa	0.3-0.4
Suavizantes de telas	0.3-0.4
Crema lavaplatos	0.2
Desinfectantes o limpiadores	1.0
Cera de pisos	1.0

D. Colorantes

Un colorante es una sustancia que es capaz de teñir las fibras vegetales y animales. Los colorantes se han usado desde los tiempos más remotos, empleándose para ello diversas materias procedentes de vegetales (cúrcuma, índigo natural, etc.) y de animales (cochinilla, moluscos, etc.) así como distintos minerales. Un colorante es, entonces, la sustancia que al ser adicionada a los alimentos, bebidas, medicamentos o cosméticos, proporciona o acentúa alguna coloración a ellos.

En química, se llama colorante a la sustancia colorida usada en tinciones para resaltar diferentes microorganismos.

1. Denominaciones de los colorantes:

- genérica
- química
- código del "Colour Index 1924 (1ª edición)
- código del "Colour Index 1956 (2ª edición)
- código del Schultz
- número de la CEE
- otro tipo de denominaciones, como las de cada país, la comercial de los fabricantes, etc.

2. Normativa general para el uso de colorantes. Los colorantes sintéticos deben tener una serie de propiedades: deben ser inocuos, estructura química definida, poder colorante, estable frente a la luz y calor, compatibilidad con otros productos, carecer de olor desagradable, económico. Las altas temperaturas, la luz, el pH pueden afectar a su estabilidad. De esta forma se clasifican en:

Tabla No. 2

Categoría de los colorantes

Categoría	Descripción
A	Colorantes admitidos para uso alimentario.
B	Colorantes que no han sido lo suficientemente estudiados para ser incluidos en la categoría A.
C-I	Colorantes no estudiados de forma exhaustiva, pero de los cuales ya se tienen bastantes datos obtenidos de los ensayos de larga duración.
C-II	Colorantes con datos inadecuados para su evaluación, pero no se conocen resultados de los ensayos de toxicidad de larga duración, como para relacionarlos con procesos cancerígenos.
C-III	Colorantes de los cuales se tienen pocos datos para evaluarlos, pero que son suficientes como para relacionarlos con efectos perjudiciales para la salud.
D	Colorantes de los cuales se desconocen casi por completo, datos referentes a su posible toxicidad.

3. Coloración en productos para el cuidado de la ropa. En la fabricación de productos para el cuidado de la ropa es muy importante no utilizar agentes que potencialmente puedan manchar los tejidos. Por esto se usa colorantes concentrados líquidos. Los cuales son el tipo de colorantes de avanzada tecnología para la formulación química. Estos colorantes líquidos proveen colores brillantes para cualquier dilución líquida. Es importante tomar en cuenta que la formulación de estos colorantes usados en el cuidado de la ropa no mancha ropa, piel, superficies ni equipo donde sea utilizado.

Los colorantes líquidos son homogéneos, lo cual los hace fáciles de usar y dispersar. Los peligros y cuidados a considerar con el manejo de polvos es eliminado, al igual que la facilidad de limpieza para el equipo de manufactura en general y así poder hacer cambios en productos y colores sin paros considerables.

E. Aspectos a tomar en cuenta en el diseño de una línea de producción de suavizadores líquidos para ropa y en el proceso de manufactura de los mismos.

1. **Control de calidad.** Las formulaciones finales para los suavizantes de ropa son analizadas bajo diferentes protocolos. Simples tests de laboratorio son usados para determinar las propiedades básicas del producto terminado como lo son pH, viscosidad y porcentaje de sólidos. Estos análisis pueden confirmar que la cantidad correcta de los ingredientes en la formulación hayan sido agregados en niveles apropiados.

Existen otros tests más rigurosos, los cuales son realizados para asegurar la formulación correcta. La absorbancia de agua en la fórmula también se evalúa y a este test se le llama Test "Drayes" de humectación. Este procedimiento consiste en dejar caer en agua pequeñas piezas de material tratado con suavizador y controlar el tiempo en que estas se hunden. Este experimento se hace 10 veces para poder tener un resultado significativo.

Propiedades anti-arrugas pueden ser evaluadas también, consultando con personas que usan el producto acerca de la apariencia de sus tejidos antes y después del planchado.

Aspectos importantes para la manufactura de suavizador líquido:

- Temperatura de agua de formulación
- Velocidad de agitación en el mezclador
- Orden de adición de las materias primas
- Especificaciones de viscosidad para producto terminado
- Seguir consistentemente el proceso de limpieza y sanitización de los equipos
- Mantener el área limpia

Buenas prácticas de manufactura en la fabricación de suavizador líquido:

- Equipo
- Personal / seguridad
- Limpieza, sanitización y mantenimiento del equipo
- Manufactura del producto de acuerdo al procedimiento establecido.

2. **Materias primas.** Si se sospecha que las materias primas son inadecuadas para el consumo, deben aislarse y rotularse claramente, para luego eliminarlas. Hay que tener en cuenta que las medidas para evitar contaminaciones química, física y/o microbiología son específicas para cada establecimiento elaborador.

Las materias primas deben ser almacenadas en condiciones apropiadas que aseguren la protección contra contaminantes.

El depósito debe estar alejado de los productos terminados, para impedir la contaminación cruzada. Además, deben tenerse en cuentas las condiciones óptimas de almacenamiento como temperatura, humedad, ventilación e iluminación.

a. Equipo. Todo el equipo para la manufactura, traslado, almacenamiento y llenado del producto debe de ser de acero inoxidable.

b. Personal/ seguridad. El equipo de protección personal necesario para las personas involucradas en la manufactura de los suavizadores líquidos es el siguiente:

- Redecilla
- Zapatos de seguridad.
- Lentes de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla con filtros para partículas y vapores (Cuando sea necesario).
- Guantes de látex (cuando sea necesario).
- Cinturón de seguridad(cuando sea necesario).

c. Limpieza, sanitización y mantenimiento del equipo. Todo el equipo debe ser previamente limpiado y sanitizado con agua a 85°C para evitar cualquier tipo de contaminación.

d. Manufactura del producto de acuerdo al procedimiento establecido. La elaboración del suavizador debe ser llevada a cabo por empleados capacitados y supervisados por personal técnico. Todos los procesos deben realizarse sin demoras ni contaminaciones. Los recipientes deben tratarse adecuadamente para evitar su contaminación y deben respetarse los métodos de conservación

Debe seguirse estrictamente el procedimiento establecido por cada una de las formulaciones de suavizador líquido a fabricar.

JUSTIFICACIÓN

La implementación de una nueva línea de producción puede traducirse en crecimiento para una planta industrial. La necesidad de cumplir con la creciente demanda de productos para el cuidado de la ropa es lo que impulsa el desarrollo del presente proyecto.

La implementación de una línea de producción de suavizador de ropa podría representar nuevos ingresos económicos para cualquier planta productora de insumos de limpieza o afines, ya que este producto presenta un alto margen de ganancia y una inversión relativamente baja. En la actualidad la fabricación de suavizadores s para ropa en Guatemala cuenta con pocos productores y la demanda es creciente. Es por esto que un alto porcentaje de los suavizadores s utilizados en los hogares es importado.

Una línea de producción de este tipo podría ser el motor de arranque para una pequeña empresa y así proveer la oportunidad a nuevos empresarios de generar trabajo.

Por esto, el diseño de una línea de producción de este tipo y la implementación de la misma es de suma importancia para compensar esta demanda y dar más opciones a los consumidores e impulsar la industria nacional fabricando un producto que no sólo es de alta calidad y competitividad sino, bajo precio.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

- Diseñar una línea de producción de suavizador para ropa a nivel mediana industria.

B. Objetivos específicos:

1. Determinar el equipo necesario y auxiliar necesario en el diseño.
2. Proporcionar la mejor distribución del equipo para obtener menores tiempos de producción.
3. Obtener el costo del producto en base a los gastos de operación.
4. Determinar la formulación adecuada para cada una de las fórmulas de suavizador de ropa liquido a fabricar.
5. Determinar la rentabilidad del proyecto.

IV. PROBLEMA A RESOLVER

En Guatemala la demanda de los productos para el cuidado de la ropa se ha incrementado en los últimos años. Los productos que se encuentran disponibles en el mercado son de alta calidad y muy alto precio. Es por esto que se necesita un producto que cumpla con los requerimientos de calidad en su formulación y manufactura a un precio accesible en el mercado.

Implementar esta línea de producción podría ser el inicio para una pequeña empresa y así proveer la oportunidad a nuevos empresarios de generar trabajo.

Por esto, diseñar este proyecto e implementarlo es de suma importancia para compensar la demanda actual de suavizadores de ropa s y dar más opciones a los consumidores. Además de impulsar la industria nacional generando empleo para una mayor cantidad de población y dando la oportunidad a nuevos empresarios de iniciar un negocio propio ofreciendo un producto altamente rentable y competitivo.

V. METODOLOGÍA

Determinación de la fórmula específica para cada tipo de suavizante de ropa a fabricar (3 variantes: Planchado fácil, libre de enjuague, cuidado de ropa, color negro). En esta etapa se harán pruebas a nivel laboratorio con el fin de encontrar una formulación que cumpla con las características de suavidad en ropa, manteniendo control sobre costos. Se cotizará la materia prima a utilizar con los proveedores de las mismas. Se realizarán pruebas fisicoquímicas como lo son viscosidad e ingrediente activo. Para la obtención de una fórmula comercial, se realizarán consultas en internet de formulaciones existentes y con base en éstas y las pruebas se obtendrá una fórmula final adecuada a los requerimientos del mercado.

Se realizará un diseño preliminar de la línea de producción para determinar maquinaria y equipo necesario para la línea de producción. Tomando en cuenta la susceptibilidad microbiana de los suavizadores de ropa se realizará también el diseño de un sistema de tratamiento de aguas para evitar contaminación del producto. Se evaluará la capacidad de producción de esta línea de producción.

Diseño de equipo. Dado que este proceso cuenta con pasos definidos a seguir, se realizará el diseño y selección de los equipos necesarios adecuados al proceso. Para este punto se realizará una revisión bibliográfica y se consultarán otras fuentes de información como lo son proveedores en el mercado.

Se cotizará el equipo necesario como lo son tanques agitadores, tanques almacenadores, tolvas dosificadoras, llenadoras, bombas, accesorios, equipo para tratamiento de agua, bandas transportadoras, filtros e intercambiadores de calor. Todos adecuados al proceso, tomando en cuenta capacidades y cantidades necesarias de los mismos.

Teniendo conocimiento de la capacidad de la línea y dimensiones, se realizará el diseño de la línea de producción y del área de producción. Se tomará en cuenta bodegas de almacenamiento de materias primas, producto terminado e insumos necesarios para realizar análisis de control de calidad.

Se realizará el análisis económico para determinar los costos de producción, precio de venta al público, tiempo de recuperación de la inversión y para finalizar se determinará la rentabilidad del proyecto.

VII. RESULTADOS

A. Fórmulas a fabricar

Se determinó la fabricación de tres variantes de suavizador para ropa.

La formulación se basó en la modificación de fórmulas existentes y pruebas realizadas a nivel laboratorio.

Se tomó como referencia las fórmulas generales para la fabricación de suavizadores s.

Tabla No.3

Primeros ingredientes utilizados en la fabricación de suavizadores de ropas

Ingredientes
7 partes de agua
3 partes de jabón
1 parte de aceite de oliva, maíz o sebo

Tabla No.4

Formulación actual para los suavizadores de ropas

Ingrediente	Etapa
Agua	fase continua
Alcohol graso	emulsificador
Sales de monoéster	suavizante aniónico
Sales de amonio cuaternario	suavizador
Ácido fosfórico	agente antiestático
Ácido láctico	preservante
Poliacrilato en emulsión mineral	espesante
Perfume	agente fragante
Ésteres de fosfato	Suavizante, antiestático y surfactante

Tabla No.5

Fórmula suavizador de ropa "planchado fácil"

Material	% p/p	kg por batch
Trietanolamina	8.565	171.3
Agua	90.2003	1804
Acido láctico	0.0625	1.25
Colorante azul	0.0022	0.044
Poliacrilato (emulsión)	0.27	5.4
Perfume	0.9	18
Total	100	2000

Tabla No.6

Fórmula suavizador de ropa libre enjuague

Material	% p/p	kg por batch
Trietanolamina	7.9214	158.428
Agua	89.996	1799.92
Ácido láctico	0.0626	1.252
Colorante rojo	0.27	5.4
Poliacrilato (emulsión)	1	20
Perfume	0.3	6
Silicón	0.15	3
Alcohol graso	0.3	6
Total	100	2000

Tabla No.7

Fórmula suavizador de ropa cuidado de prendas negras

Material	% p/p	kg por batch
Trietanolamina	8.5575	171.15
Agua	90.06	1801.2
Ácido láctico	0.0625	1.25
Alcohol graso	0.3	6
Poliacrilato (emulsión)	0.27	5.4
Perfume	0.75	15
Total	100	2000

Proceso de manufactura para formulación para el suavizador para planchado fácil:

- Verificar que el tanque se encuentre limpio.
- Agregar agua al tanque, descargar el agua a 30° C (+/- 2).
- Encender el agitador del mezclador.
- Agregar el ácido láctico al tanque de mezcla.
- Adicionar el polímero de poliacrilato emulsión en aceite mineral. Agitar la mezcla aproximadamente durante 3 minutos o hasta que se observe que todos los materiales se hayan incorporado adecuadamente
- Adicionar la trietanolamina.
- Luego de haber adicionado toda la trietanolamina, agregar manualmente el perfume "planchado fácil" a la mezcla y el colorante color azul.
- Agitar hasta que la mezcla sea homogénea y no se observen grumos de material. Tomar una muestra y medir viscosidad e ingrediente activo en el laboratorio
- Tomar una muestra y aprobarla en color y apariencia.

- Tomar una muestra en un frasco de vidrio debidamente rotulado indicando tipo de producto, operador, fecha, hora, numero de batch, resultados analíticos y retener.

Proceso de manufactura para formulación de suavizador libre de enjuague:

- Verificar que el tanque se encuentre limpio.
- Agregar agua al tanque, descargar el agua a 30° C (+/- 2).
- Encender el agitador del mezclador.
- Agregar el alcohol graso.
- Agregar el ácido láctico al tanque de mezcla.
- Adicionar el polímero de poliacrilato emulsión en aceite mineral. Agitar la mezcla aproximadamente durante 3 min o hasta que se observe que todos los materiales se hayan incorporado adecuadamente.
- Adicionar la trietanolamina.
- Adicionar el silicón a la mezcla.
- Luego de haber adicionado toda la trietanolamina, agregar manualmente el perfume “libre de enjuague” a la mezcla y el colorante líquido color rojo.
- Agitar hasta que la mezcla sea homogénea y no se observen grumos de material. Tomar una muestra y medir viscosidad e ingrediente activo en el laboratorio
- Tomar una muestra y aprobarla en color y apariencia.
- Tomar una muestra en un frasco de vidrio debidamente rotulado indicando tipo de producto, operador, fecha, hora, numero de batch, resultados analíticos y retener.

Proceso de manufactura para formulación de suavizador de ropa para el cuidado de la ropa negra:

- Verificar que el tanque se encuentre limpio.
- Agregar agua al tanque, descargar el agua a 30° C (+/- 2).

- Encender el agitador del mezclador.
- Agregar el alcohol graso.
- Agregar el ácido láctico al tanque de mezcla.
- Adicionar el polímero de poliacrilato emulsión en aceite mineral. Agitar la mezcla aproximadamente durante 3 min o hasta que se observe que todos los materiales se hayan incorporado adecuadamente.
- Adicionar la trietanolamina.
- Luego de haber adicionado toda la trietanolamina, agregar manualmente el perfume “libre de enjuague” a la mezcla y el colorante líquido color rojo.
- Agitar hasta que la mezcla sea homogénea y no se observen grumos de material. Tomar una muestra y medir viscosidad e ingrediente activo en el laboratorio
- Tomar una muestra y aprobarla en color y apariencia.
- Tomar una muestra en un frasco de vidrio debidamente rotulado indicando tipo de producto, operador, fecha, hora, numero de batch, resultados analíticos y retener.

B. Costos por unidad de producción de materias primas

Tabla No.8

**Costos de materias primas para producción
(medidas en kilogramos)**

Materia prima	Precio (\$/kg)	Precio (Q/kg)
Perfume planchado fácil	5.75	Q43.99
Perfume libre enjuague	5.75	Q43.99
Perfume cuidado ropa negra	5.75	Q43.99
Trietanol amina	9.25	Q70.76

Continuación, Tabla No.8

Costos de materias primas para producción
(medidas en kilogramos)

Materia prima	Precio (\$/kg)	Precio (Q/kg)
Agua		Q0.00
Acido láctico	3	Q22.95
Colorante rojo	5	Q38.25
Colorante azul	5	Q38.25
Poliacrilato (emulsión)	2.15	Q16.45
Alcohol graso	3.45	Q26.39
Silicón	4.5	Q34.43

C. Especificaciones del producto terminado según análisis de laboratorio

Según los análisis realizados a las formulaciones finales de los suavizadores de ropa fabricadas a nivel laboratorio, se estableció como especificaciones de producto terminado las siguientes características:

Tabla No.9

Características de producto terminado

Especificaciones de liberación suavizador planchado fácil	
Característica evaluada	Especificación
Color, olor, apariencia	viscoso perfumado color celeste
Microbiología	conteo de bacterias: <50 UFC/g Hongos y levaduras: <50 UFC/g
Ingrediente activo (meq/L)	0.078-0.098 meq
Viscosidad (cP) (25 °C, aguja 2 @50rpm)	300-500

Fuente: (Chemidex, 2007)

Tabla No.10

Características de producto terminado

Especificaciones de liberación suavizador libre de enjuague	
Característica evaluada	Especificación
Color, olor, apariencia	viscoso perfumado color rosado
Microbiología	conteo de bacterias: <50 UFC/g Hongos y levaduras: <50 UFC/g
Ingrediente activo (meq/L)	0.078-0.098 meq
Viscosidad (cP) (25 °C, aguja 2 @50rpm)	300-500

(Chemidex, 2007)

Tabla No.11

Características de producto terminado

Especificaciones de liberación suavizador cuidado de la ropa negra	
Característica evaluada	Especificación
Color, olor, apariencia	viscoso perfumado color blanco
Microbiología	conteo de bacterias: <50 UFC/g Hongos y levaduras: <50 UFC/g
Ingrediente activo (meq/L)	0.078-0.098 meq
Viscosidad (cP) (25 °C, aguja 2 @50rpm)	300-500

(Chemidex, 2007)

D. Capacidad de la línea de producción

Tomando en cuenta volúmenes de producción local de suavizadores de ropa s y los volúmenes de compra de los suavizadores a nivel nacional, se realizó un estimado de la producción requerida para cubrir la demanda de mercado.

Se tomó, entonces, como base 2,000 kg de suavizante por batch producido.

Se tiene proyectado que la línea de producción de suavizador estará trabajando 8 horas diarias de lunes a viernes y 4 horas los días sábados.

Se tiene un tiempo estimado de producción por batch de producto terminado de 2 horas.

Al tomar en cuenta que se producirán entonces 88 batches mensuales de producto terminado de las tres variantes (suavizador planchado fácil, suavizador libre de enjuague y suavizador para el cuidado de ropa negra) y debido a demandas específicas de mercado, se tiene una producción por variante proyectada como sigue:

Tabla No.12

Producción programada para cobertura de demanda de mercado

Variante a fabricar	Porcentaje de la producción destinada	Presentación	Cantidad mensual (en kg)	Batches	
				Mensuales	Anuales
Suavizador planchado fácil	50%	1L	44000	22	264
		1G	44000	22	264
Suavizador libre de enjuague	25%	1L	22000	11	132
		1G	22000	11	132
Suavizador cuidado de la ropa negra	25%	1L	22000	11	132
		1G	22000	11	132

La línea de producción estará trabajando a un 70% de su capacidad. En el diseño del equipo se tomó en cuenta futuras expansiones de la producción, si la demanda sigue aumentando.

E. Descripción y costos de equipo

Tabla No.13

Descripción del equipo para producción

Cantidad	Descripción	PRECIO		
		Unitario (\$)	Total (\$)	Total (Q)
1	Tanque agitado de acero inoxidable con agitador de doble aspa 45 grados y salida con válvula para llenadora. Acero inoxidable # 304	10,309.00	10,309.00	79,997.84
1	Llenadora de acero inoxidable # 304 conectada al tanque agitado	4,500.00	4,500.00	34,920.00
1	Bomba dosificadora electrónica. Plástico resistente a la corrosión. Salida graduable de 83 LPH	2,000.00	2,000.00	15,520.00
1	Válvula dosificadora	418.00	418.00	3,243.68
2	Bombas desplazamiento positivo. Tamaño 30. Acero inoxidable #304. Motor de 3HP a prueba de explosión	800.00	1,600.00	12,416.00
1	Bomba de vacío (diafragma)	732.00	732.00	5,680.32
1	Intercambiador de calor de placas. Acero inoxidable	1,250.00	1,250.00	9,700.00
1	Medidor de flujo en línea (a llenadora)	715.00	715.00	5,548.40
1	Medidor de nivel	150.00	150.00	1,164.00
1	Banda transportadora para trabajo en línea. Acero inoxidable #304 con banda de 0.2286 m (9 pulgadas)	2,500.00	2,500.00	19,400.00
		Total	24,174.00	187,590.24

Tabla No.14

Descripción del equipo para tratamiento de agua de proceso

Cantidad	Tratamiento de agua para proceso	PRECIO		
		Unitario (\$)	Total (\$)	Total (Q)
1	Bomba centrífuga. Monofásica. 3 HP. Tanque idroneumático 265.3 L (58.36 galones)	700.00	700.00	5,432.00
1	Filtro de carbón activado. 0.65 L/s (0.14 gal/min)			
1	Filtro de sedimentación. Fabricado en melamina de 5 micrones. 0.65 L/s (0.14 gal/min)			
1	Lámpara de luz ultravioleta. 0.65 L/s (0.14 gal/min)	644.00	644.00	4,997.44
1	Deionizador (demineralizador). 0.65 L/s (0.14 gal/min)	995.00	1,995.00	15,481.20
	Total		3,339.00	25,910.64

F. Presentación del producto final y precio de venta

Tabla No.15

Presentaciones de producto final y precios unitarios de venta con un margen de ganancia del 35%

Producto	PRECIO (En quetzales)	
	Unitario producción	Redondeado a valor comercial
Suavizador planchado fácil (1L)	8.31	11.23
Suavizador planchado fácil (1G)	32.97	44.51
Suavizador libre enjuague (1L)	8.52	11.50
Suavizador libre enjuague (1G)	33.73	45.54
Suavizador cuidado ropa negra (1L)	9.01	12.16
Suavizador cuidado ropa negra (1G)	35.59	48.05

G. Distribución final de equipo

Figura No. 1

Distribución final del equipo

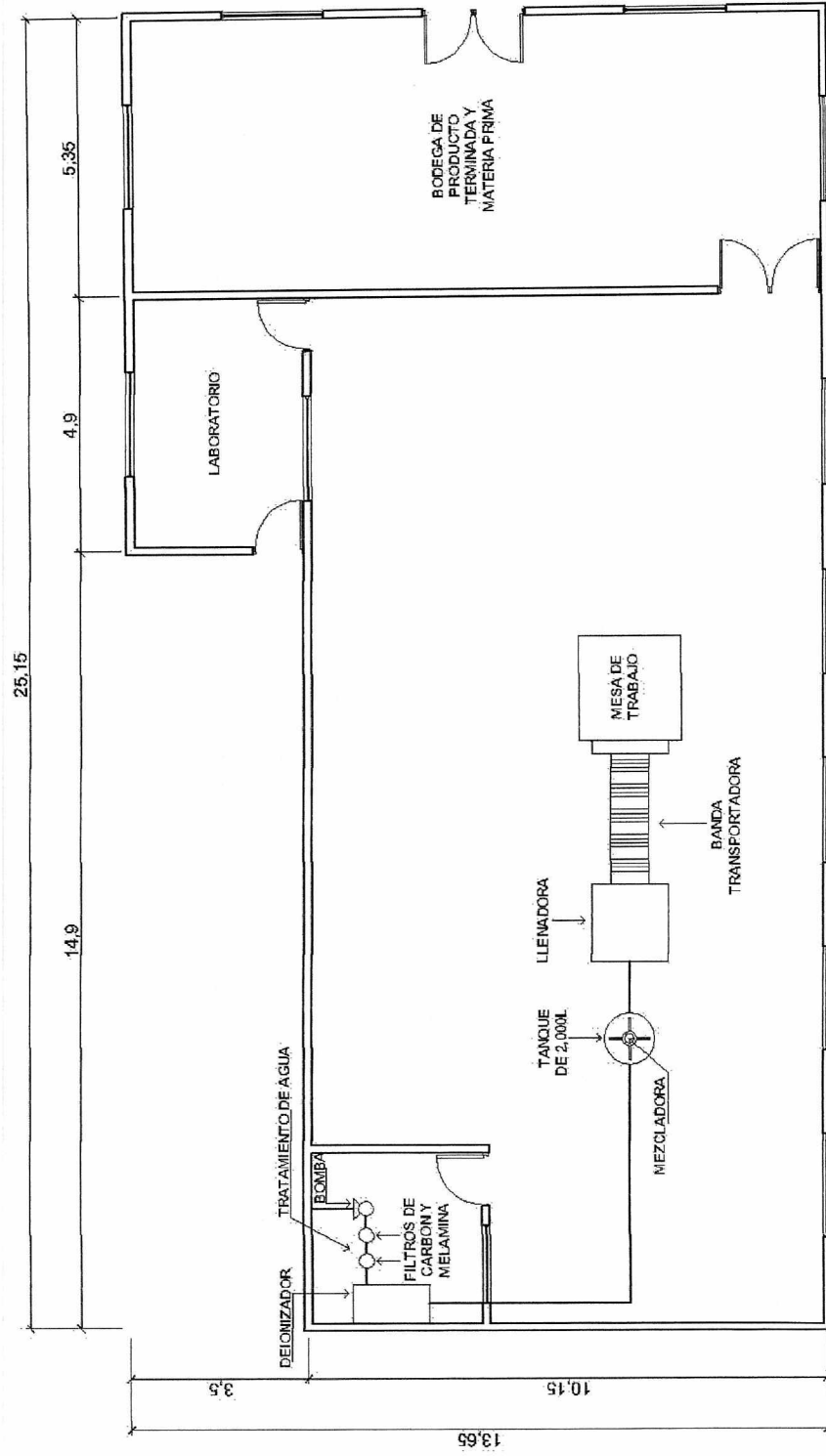


Tabla No. 17

Ventas de suavisador , proyectadas a un año

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso Requerido	Q 11,159,452.07	Q 11,555,447.92	Q 12,481,662.07	Q 13,197,390.32	Q 13,958,551.81	Q 20,451,258.35	Q 21,845,139.04	Q 22,910,375.27	Q 24,252,143.68	Q 25,674,109.16
Suavisador Patrocinado Festil	1,217,506	1,267,035	1,360,541	1,438,684	1,521,367	2,229,414	2,359,553	2,497,521	2,643,756	2,798,785
Suavisador Cultivado con agua	765,939	803,932	861,325	932,179	985,767	1,444,544	1,528,874	1,618,263	1,713,016	1,813,464
Suavisador libre de agua	763,981	807,582	853,749	912,702	954,585	1,398,866	1,480,529	1,567,091	1,658,849	1,756,110

Tabla No. 18

Tasa Interna de Retorno (T.I.R.)**Valor Actual Neto (V.A.N.)**

Tasa	Valor
T.I.R	83.44
i (V.A.N.)	18.00
V.A.N.	Q. (31,222,327.45)

VI. DISCUSIÓN

La línea de producción fue diseñada para contemplar la producción de tres variantes de suavizador de ropa , cada una con una característica para los tejidos específica. Esta línea de producción está diseñada para ser puesta en marcha en una planta productora de insumos de limpieza o afines debido al tipo de proceso.

El actual diseño comprende un proceso batch, debido a que por motivos de calidad del producto es indispensable mantener un récord de cada uno de los lotes para mantener la trazabilidad de los mismos y detectar cualquier potencial contaminación.

Para la realización de las tres formulaciones de suavizadores de ropa s se llevaron a cabo diferentes fórmulas, variando las materias primas y concentración de las mismas en la formulación final. Por último, se estableció la formulación adecuada en calidad, precio y método de manufactura (ver tablas 2,3,4 páginas 15 y 16).

La formulación llamada “Planchado fácil” es de alta calidad la cual varía de las otras dos fórmulas (“Cuidado de la ropa negra” y “Planchado fácil”) en dos ingredientes. Estos ingredientes son el silicón y un alcohol graso. El silicón es utiliza debido a sus características antiespumantes. Entonces este producto elimina residuos de detergente de los tejidos y estos ya no deben ser lavados. El alcohol graso funciona como un emulsificador en la formulación del suavizador ayudando así a que los colores de la ropa se conserven en la ropa.

Una de las materias primas indispensables en la formulación y fabricación de los suavizadores s para ropa es el agua. Ésta debe ser purificada debido a la susceptibilidad microbiana de algunos de los ingredientes en la fórmula y así reducir el riesgo de contaminación que afecten al producto y al consumidor. Es por esto que fue diseñado para tal fin un sistema de tratamiento de agua para el proceso. Este diseño consta de una bomba, un filtro de melanina, un filtro de carbón activado, un deionizador y una lámpara UV. La bomba a utilizar es monofásica, de 2237.1 w (3 hP), con lo cual se estará entregando 0.65 L/s (0.14 gal/min). El filtro de melanina

servirá para filtrar los sedimentos, sólidos e impurezas, así como también algunos microorganismos. El filtro de carbón activado tiene la función de eliminar olores, sabores y colores ajenos al agua para el proceso de fabricación. El deionizador cumplirá con la función de suavizar el agua, es decir, eliminar iones de la misma. Para evitar sedimentación en la tubería del proceso y daño gradual al equipo. La lámpara UV será utilizada para que ésta elimine cualquier tipo de microorganismos restantes del proceso de filtración y también previene el crecimiento de nuevos.

Una vez el agua se encuentre purificada se procederá a llenar el tanque de acero inoxidable con capacidad de 2,531 L. Se seguirá el procedimiento para la fabricación de cada una de las variantes de suavizador a fabricar.

El mezclado de los ingredientes será el siguiente paso a la adición de los mismos al tanque agitado de acero inoxidable y esta se realizará a una velocidad fija de 5.01 rps (300 rpm). La llenadora a utilizar es de pistón y tiene una capacidad de llenado de 1.3 L/s. Los envases de los suavizadores serán de tereftalato de polietileno (PET), debido a que según pruebas de añejamiento en el laboratorio, este material no afecta las características ni propiedades del producto. Además, el PET es un polímero de alta resistencia por lo que proporcionará mayor protección al producto terminado. Además, tiene un atractivo extra para el consumidor, ya que el PET es transparente el consumidor podrá apreciar el producto y esto lo diferenciará de las demás botellas de suavizadores en el mercado, las cuales ya tienen coloración.

Cabe mencionar que los envases ya vienen con su respectiva etiqueta dependiendo del producto que vaya a llenarse. Una vez llenos los envases, estos son transportados con la banda transportadora hacia una mesa de trabajo. Esta banda transportadora consta de bancadas laterales para poder retirar cualquier producto fuera de especificaciones. Finalmente, operarios entrenados serán los responsables de tapar el producto y colocarlo en cajas para su posterior almacenamiento.

Las cajas serán de 6 unidades para la presentación de galón y de 12 unidades para la presentación de litro. El producto empacado será entonces trasladado a la

bodega de producto terminado donde será etiquetado según número de lote y fecha de fabricación.

Se diseñó un tanque de acero inoxidable con una capacidad de 2,500L para la fabricación de las tres variantes de suavizadores de ropa para tener un margen de seguridad, en este caso del 25%. Tomando en cuenta que el volumen de un batch de producción es de 2,000L. Este tanque fue diseñado con fondo esférico para asegurar que no exista la formación de residuos no homogéneamente mezclados. Cuenta con un agitador de doble aspa a 45° debido a las propiedades de homogenización de este tipo de agitador. El tanque es cerrado y cuenta con una tapa esférica la cual tiene en el centro un visor de vidrio templado. Se decidió el uso de una llenadora de pistón debido a la facilidad de graduación para asegurar el volumen exacto del producto. Para el agregado de los ingredientes de menor proporción en la fórmula se escogió una bomba dosificadora electrónica de plástico resistente a la corrosión. Se cuenta con un medidor de nivel dentro del tanque para evitar rebalzamamiento, además de un medidor de flujo en línea para asegurar la continuidad del llenado y el control en el cuidado del equipo.

Debido al nivel de demanda que existe para este tipo de producto, el equipo estará trabajando a un 70% de su capacidad. Tomando en cuenta que se producirán entonces 88 batches mensuales de producto terminado de las tres variantes de suavizador: planchado fácil, libre de enjuague y para el cuidado de ropa negra y debido a demandas específicas de mercado, se tiene una producción anual de 1,056 batches cada uno de 2,000 L. Estas cifras fueron calculadas debido a la demanda actual en el país y también basado en la capacidad de producción de la línea a instalar.

Para producir un batch de producto terminado se requieren 2 horas. Entonces se tiene programada una producción de 8 horas diarias de lunes a viernes y 4 horas los días sábados.

El área de producción de los suavizantes ha sido diseñado para seguir con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Estas prácticas aplicadas a este proceso incluyen que toda la materia prima debe ser previamente analizada antes de entrar al proceso. El equipo debe limpiarse y sanitizarse en el caso de un cambio de producción. La sanitización comprende el llenado del tanque con agua a 85°C y agitar por 10 minutos. Es por esto que en el diseño fue contemplado el uso de un intercambiador de calor de placas. Se escogió este tipo de intercambiador ya que su limpieza es más sencilla y para los fines que se le requiere en este proceso, este tipo de intercambiador es ideal. Otras de las BPM que debe seguirse son que las paredes deben ser lisas y aisladas con pintura epóxica, las uniones de techo y paredes deben ser de media cuenca, de modo que la limpieza sea eficiente y sencilla de realizar, además de que no exista así, acumulación de polvo en las esquinas. Para la iluminación se contará con lámparas blancas de neón y el área contará con ventanas a manera de aprovechar la iluminación natural. El cableado eléctrico estará instalado dentro de un tubo liso, el cual a su vez correrá por la parte externa del área de trabajo. Por último, se debe mencionar que el personal debe estar debidamente uniformado y debe usar de su equipo de protección antes de dar inicio a cualquier producción.

La línea de producción ha sido diseñada teniendo en mente una expansión en el sexto año. La expansión comprende la compra de otro tanque de acero inoxidable con las mismas especificaciones del que ya se tiene en uso, una banda transportadora adicional, una bomba de vacío y una nueva bomba de diafragma. Esta expansión garantizará duplicar la producción al momento de ser instalado este nuevo equipo. El diseño de la línea se ha hecho considerando el espacio físico para esta expansión. Al final de la línea se tiene la bodega de producto terminado y materia prima para evitar tiempos muertos. El laboratorio de control de calidad se encuentra muy cercano a ésta área para facilitar la accesibilidad al producto terminado para realizar los análisis y la materia prima para antes de los procesos de producción. El sistema de tratamiento de agua se encuentra cercano al tanque agitado de acero inoxidable para disminuir así, tiempos por llenado del mismo.

Se ha tomado en cuenta el cumplimiento con ciertas especificaciones (ver tablas 8,9,10 páginas 19 y 20) que comprenden: apariencia del producto terminado, viscosidad, control microbiológico y contenido de ingrediente activo mediante medición de sólidos.

La viscosidad y apariencia del producto serán determinadas antes de enviar el producto a la llenadora para así poder realizar cualquier ajuste a la carga antes de tenerla envasada. La viscosidad se realizara con el viscosímetro de Brookfield y la apariencia se realizará mediante comparación con estándares de color máximos y mínimos establecidos por el laboratorio de control de calidad.

La medición de los sólidos para determinar el ingrediente activo del batch será realizada utilizando un medidor de sólidos.

El análisis microbiológico se hará posteriormente al producto terminado puesto en cuarentena e inmediatamente después de producido para detectar cualquier contaminación microbiana.

El análisis económico fue realizado para determinar la rentabilidad del proyecto en cuestión a un plazo de 10 años. Los resultados muestran una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 83.44% y un Valor Actual Neto en libros (VAN) de Q31,222,327.45. Estos valores muestran la rentabilidad y factibilidad del proyecto para poder llevarlo a cabo de manera comercial. También se determinó el tiempo de recuperación del capital invertido, el cual fue de 3 años.

Fue necesario realizar el cálculo del capital de trabajo, para cubrir cualquier gasto de fabricación, administrativo o imprevistos. Se tomó para este proyecto que los imprevistos serían de un 15%. Entonces el capital de trabajo calculado fue de Q5,213,237.85

Se determinó para las dos presentaciones de venta de los suavizadores (galón y litro) el costo unitario y el precio estimado de venta tomando en cuenta que el precio de venta sería un 35% del costo de producción. A pesar de las pequeñas variaciones en costo de producción de cada una de las tres variantes de suavizante, el precio de venta estimado para las mismas es más bajo que cualquier marca de suavizador en el mercado (ver tabla 12, página 24). Es por esto que el producto cuenta con altas probabilidades de competir en el mercado no sólo en calidad, sino en precio.

VII. CONCLUSIONES

1. Antes de proceder a la producción de un batch de cualquiera de las tres presentaciones de suavizador debe existir un análisis de las materias primas a utilizar y tratamiento al agua para el proceso. El cual consta de un filtro de melanina, un filtro de carbón activado, un deionizador y una lámpara UV.
2. El equipo para el área de producción comprende principalmente: Un tanque agitado con capacidad de 2531 L con agitador de 300 rpm, una llenadora de pistón y una banda transportadora.
3. La línea de producción tiene capacidad para batches de 2,000L.
4. Los suavizadores de ropa s a producir en la línea de producción diseñada son: “planchado fácil”, “cuidado de la ropa negra”, “libre de enjuague”. Cada uno con variaciones específicas en la formulación.
5. La capacidad de la línea de producción son 88 batches mensuales, cada uno 2,000L de suavizador .
6. El costo de producción unitario del suavizador “planchado fácil” presentación 1L es de: Q8.31 y el precio de venta estimado es de Q11.23. Para la presentación 1G (3.785 L) el costo unitario es de Q32.97 y el precio de venta de Q44.51.

7. El costo de producción unitario para el suavizador “libre de enjuague” presentación 1L es de Q8.52 y el precio de venta estimado es de Q11.50. Para la presentación de 1G (3.785 L) el costo unitario es de Q33.73 con un precio estimado de venta de Q45.54.
8. El costo de producción unitario para el suavizador cuidado de la ropa negra” presentación 1L es de Q9.01 y el precio de venta estimado es de Q12.16. Para la presentación de 1G (3.785 L) el costo unitario es de Q35.59 con un precio estimado de venta de Q48.05.
9. La inversión inicial para el proyecto es de Q5,213,237.85.
10. El tiempo de recuperación de la inversión para este proyecto es de 3 años con una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 83.44%

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir el orden de adición en la preparación de cada una de las formulas de suavizador y las cantidades estipuladas en la formulación.
2. Se recomienda la compra de un nuevo tanque con las mismas especificaciones del que se presenta en éste diseño para duplicar la producción en caso de una expansión. Además de la compra de otra banda transportadora y una nueva llenadora.
3. Se recomienda la compra de una taponeadora automática para el cerrado de las botellas en caso de aumento de la producción.
4. Se recomienda la adición de sal o agua a la mezcla terminada en caso de viscosidad muy alta.
5. Se recomienda la adición de poliacrilato a la mezcla terminada en caso de baja viscosidad.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Aldrich. 2002. *Handbook of Fine Chemicals and Laboratory Equipment*. Sigma-Aldrich Co.

Coulson, J.M., Richardson, J.F. 1988. *Ingeniería Química. Tomo II. Operaciones Básicas*. Barcelona: Reverté.

Henault, Benoit. "A Fresh Look at Fabric Softeners." *Soap & Cosmetics* (June 2001).

McCabe, Warren L.; Smith, Julian C. y Harriot, Peter. *OPERACIONES UNITARIAS EN INGENIERIA QUIMICA*. Sexta edición. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. 2002. México D.F., México. 340-355 pp.

Perry, R. 1997. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*. Séptima Edición. McGraw-Hill. Estados Unidos. 209-225 pp.

Turcsik, Richard. "The Soft Sell: Supermarkets are Hoping New Fabric Softener Formulations and Advertising Will Help Stem Market Share Erosion." *Supermarket News* (21 August 1995).

Documentos electrónicos consultados:

Carinsa. *Suavizantes para ropa*. [en línea].

<http://www.carinsa.es/bitxo/molemost.php?idioma=es&nmol=6574&path=print:1852>

Chemical products. Recuperado 1 de octubre de 2004 [en línea]

<http://www.chemicalland21.com/>

Chemidex. *The formulator's search engine*. 2007.

<http://search.chemidex.com/formulation-fabric.softener>

Croda USA. *Incrosoft 8000*.

<http://www.crodausa.com/datasheets/FeatureArchive/INfeatureIncrosoft8000.htm>

Dirección de producción de calidad alimentaria. *Boletín de difusión de buenas prácticas de manufactura*. 2007.

http://programa_calidad/calidad/boletines/bolet_bpm.PDF+buenas+practicadas+de+manufactura

Kendall, Julia . *Chemicals found in fabric softeners by U.S. Environmental Protection Agency (EPA)*. 1995. [en línea]

<http://www.immuneweb.org/articles/fabricsoftener.html>

OCU, ediciones S.A. *Organización de consumidores y usuarios*.

<http://www.ocu.org/map/src/35811.htm> [en línea].

Portal de la industria. [en línea]

<http://www.portaldelaindustria.com/buscador/S/suavizantes.asp>

Revista "Consumer". No. 87.año 2005. Sobre suavizantes para ropa. [en línea]. <http://revista.consumer.es/web/es/20050401/actualidad/analisis2/>

Schueller, Randy. 2007. *How fabric softener is made*. [en línea].

<http://www.jrank.org/fabric+softener+>

X. APÉNDICE

A. Fórmulas de las tres variantes de suavizadores s

Tabla No.19

Fórmula suavizador de ropa planchado fácil

Material	% p/p	kg por batch
Trietanolamina	8.565	171.3
Agua	90.2003	1804
Ácido láctico	0.0625	1.25
Colorante líquido azul	0.0022	0.044
Poliacrilato (emulsión)	0.27	5.4
Perfume	0.9	18
Total	100	2000

Tabla No 20

Fórmula suavizador de ropa libre enjuague

Material	% p/p	kg por batch
Trietanolamina	7.9214	158.428
Agua	89.996	1799.92
Ácido láctico	0.0626	1.252
Colorante líquido rojo	0.27	5.4
Poliacrilato (emulsión)	1	20
Perfume	0.3	6
Silicón	0.15	3
Alcohol graso	0.3	6
Total	100	2000

Tabla No.21
Fórmula suavizador de ropa cuidado de prendas negras

Material	% p/p	kg por batch
Trietanolamina	8.5575	171.15
Agua	90.06	1801.2
Ácido láctico	0.0625	1.25
Alcohol graso	0.3	6
Poliacrilato (emulsión)	0.27	5.4
Perfume	0.75	15
Total	100	2000

B. Análisis económico

Tabla No.22
**Análisis de costos estimados de producción anuales
 producto terminado, por variante y por presentación
 (Costo en Quetzales)**

Suavizador planchado fácil 1L		Suavizador libre enjuague 1L		Suavizador cuidado ropa negra 1L	
Rubro	Costo	Rubro	Costo	Rubro	Costo
Materiales	4,073,144.66	Materiales	1,939,944.57	Materiales	2,069,787.18
Costos fijos	289,060.20	Costos fijos	289,060.20	Costos fijos	289,060.20
Operación	17,980.11	Operación	8,990.05	Operación	8,990.05
Seguridad	10,062.00	Seguridad	10,062.00	Seguridad	10,062.00
TOTAL	4,390,246.97	TOTAL	2,248,056.82	TOTAL	2,377,899.43
Suavizador planchado fácil 1G		Suavizador libre enjuague 1G		Suavizador cuidado ropa negra 1G	
Rubro	Costo	Rubro	Costo	Rubro	Costo
Materiales	4,287,657.86	Materiales	2,047,201.17	Materiales	2,177,043.78
Costos fijos	289,060.20	Costos fijos	289,060.20	Costos fijos	289,060.20
Operación	17,980.11	Operación	8,990.05	Operación	8,990.05
Seguridad	10,062.00	Seguridad	10,062.00	Seguridad	10,062.00
TOTAL	4,604,760.17	TOTAL	2,355,313.42	TOTAL	2,485,156.03

Tabla No.23
Inversión inicial

Inciso	Activos fijos	Costo
1	Terrenos	-
2	Edificios e infraestructura	-
3	Maquinaria y equipo	Q605,012.78
4	Instalaciones	Q306,782.24
5	Vehículos	-
6	Mobiliario y equipo	Q35,000.00
	Total	Q946,795.02
	Imprevistos	Q142,019.25
	Total	Q1,088,814.28
		Q2,088,814.28
	Capital de trabajo	Q5,213,237.85

Tabla No.24
Ingresos mensuales de suavizador, por variante y presentación

Suavizante	Unidad	Unidades/mes (mes)	Precio unitario (en quetzales)	Ingreso total mensual (en quetzales)
Planchado fácil	Botella 1L	44,000.00	11.23	494,120.00
	Botella 1G	11,624.83	44.51	517,421.40
Libre de enjuague	Botella 1L	22,000.00	11.50	253,000.00
	Botella 1G	5,812.42	45.54	264,697.49
Ropa negra	Botella 1L	22,000.00	12.16	267,520.00
	Botella 1G	5,812.42	48.05	279,286.66
Total		111,249.67		Q2,076,045.55