

**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL VARSOL
ECOLÓGICO EN LA EMPRESA DESINFECTANTES DELICIAS**

**WILMER ZABALA PEÑALOZA
EDWARD DAVID CARRILLO BARAJAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
BUCARAMANGA
2009**

**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL VARSOL
ECOLÓGICO EN LA EMPRESA DESINFECTANTES DELICIAS**

**WILMER ZABALA PEÑALOZA
EDWARD DAVID CARRILLO BARAJAS**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Químico

**Director:
HUMBER ESCALANTE HERNANDEZ Ph.D.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
BUCARAMANGA
2009**

DEDICATORIA

A mis padres; Amanda Peñaloza Rojas y Heriberto Zabala Vargas.
Por la educación que me brindaron, el esfuerzo y empeño al darme la
oportunidad de estudiar y hoy ser un profesional.

A mi Hermana Jenny Sabala Peñaloza.
Por estar pendiente de mi a través de sus oraciones a Dios en cada
momento.

Wilmer Zabala Peñaloza

A mis padres; Jesús María Carrillo y Evangelina Barajas.
Por enseñarme que la disciplina, el trabajo y la honestidad son
fundamentales para alcanzar el verdadero éxito.

A mis hermanos por sus oraciones y buena voluntad.

A mis amigos; que han sido mi familia en mi estadía en Bucaramanga.

David Carrillo Barajas

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Dios, Por estar siempre con nosotros e infundir su aliento.

Humberto Escalante Hernández, Ingeniero químico Ph.D. por su orientación y colaboración en la ejecución del trabajo de grado.

Heriberto Zabala Vargas, gerente empresa DESINFECTANTES DELICIAS, por abrir las puertas de la empresa y permitir que pudiéramos a prueba nuestros conocimientos.

Liliana Castro, ingeniera química, Subdirectora Laboratorio de Biotecnología.

Eduardo Carreño y Wilson Carreño, técnicos del laboratorio de procesos industriales de la escuela de ingeniería química, por su oportuna colaboración en la instrumentación.

Centro de Estudios e Investigaciones Ambientales, CEIAM, por prestar su ayuda en el desarrollo de las pruebas de Biodegradabilidad.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|--|-------------|
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 1.1 Contexto técnico de las formulaciones detergentes | 3 |
| 1.2 Detergencia | 7 |
| 1.3 Determinación de la capacidad Detersiva | 9 |
| 1.4 Estandarización de Procesos | 12 |
| 1.5 Fabricación del Varsol Ecológico en la Empresa DELICIAS (PFVEDD) | 14 |
| | |
| 2. METODOLOGIA | 19 |
| 2.1 Esquema general de la Estandarización del PFVEDD | 19 |
| 2.2 Estudio de las implicaciones teórico practicas del PFVEDD | 19 |
| 2.3 Estudio Experimental | 20 |
| • Reconocimiento de las variables entradas y respuesta del proceso | 20 |
| • Diseño factorial de Experimentos | 21 |
| • Preparación de las muestras de Varsol Ecológico | 22 |
| • Pruebas de lavado | 24 |
| • Determinación del poder deteritivo | 24 |
| • Caracterización del Varsol Ecológico (Ficha técnica y de seguridad) | 24 |
| | |
| 3 ANALISIS DE RESULTADOS | 26 |
| • Efectos principales | 28 |

| | |
|--|-----------|
| • Efectos de interacción | 29 |
| 3.1 Viabilidad Económica | 31 |
| 4 INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL PFVEDD | 33 |
| • Disposición de materias primas | 33 |
| • Preparación de las soluciones | 35 |
| • Preparación del Varsol Ecológico | 35 |
| CONCLUSIONES | 37 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 38 |
| ANEXOS | 41 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Representación de un tensoactivo | 4 |
| Figura 2. Orientación de las sustancias tensoactivas en la superficie | 5 |
| Figura 3. Componentes de las formulaciones detergentes | 6 |
| Figura 4. Efecto de la concentración de tensoactivos sobre las propiedades fisicoquímicas de sus disoluciones acuosas | 9 |
| Figura 5. Diagrama de flujo del PFVEDD | 16 |
| Figura 6. Esquema general de la estandarización del PFVEDD | 19 |
| Figura 7. Diagrama entrada –salida del PFVEDD | 21 |
| Figura 8. Escalamiento del prototipo en el laboratorio | 23 |
| Figura 9. Diagrama de Pareto general | 27 |
| Figura 10. Diagrama de Pareto mejorado | 27 |
| Figura 11. Efectos principales | 28 |
| Figura 12. Efectos de interacción | 29 |
| Figura 13. Mapa de procesos del PFVEDD | |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Materias primas del PFVEDD | 15 |
| Tabla 2. Cantidades usadas de materia prima en el PFVEDD | 17 |
| Tabla 3. Niveles de los factores del diseño experimental del VE | 23 |
| Tabla 4. Propiedades fisicoquímicas del Varsol Ecológico | 25 |
| Tabla 5. Resultados de las pruebas de lavado del VE | 26 |
| Tabla 6. Costos fijos por lote de VE | 32 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|--|-------------|
| ANEXO A. Diseño de experimentos: Muestras de VE | 42 |
| ANEXO B. Procedimiento detallado de lavado | 49 |
| ANEXO C. Caracterización del Varsol Ecológico | 53 |
| ANEXO D. Comparativo de costos de las formulaciones de VE implementadas en el desarrollo experimental | 64 |

RESUMEN

TITULO: ESTANDARIZACION DEL PROCESO DE FABRICACION DEL VARSOL ECOLÓGICO EN LA EMPRESA DESINFECTANTES DELICIAS*.

AUTORES: WILMER ZABALA PEÑALOZA**.
EDWARD DAVID CARRILLO BARAJAS**.

PALABRAS CLAVES: TENSOACTIVOS, VARSOL, PODER DETERATIVO, DESINFECTANTES DELICIAS.

DESCRIPCION

En el presente trabajo de grado se ha hecho una investigación acerca del proceso operativo de producción del *Varsol Ecológico* en la empresa DESINFECTANTES DELICIAS. Se han estudiado las variables de importancia significativa en la calidad del producto final, fundamentada en los requisitos que los clientes han establecido y en los requisitos de la empresa misma. Dado que la capacidad detergente y la estabilidad física del producto se les consideran condiciones de gran importancia en la calidad, la presente investigación ha estudiado las variables de proceso que maximizan tales condiciones.

El conocimiento técnico adquirido por la empresa durante el tiempo que ha producido *Varsol Ecológico* se tuvo en cuenta para hacer esta investigación, así como la disponibilidad de materias primas y los costos asociados a éstas.

La formulación del producto y el tiempo de mezclado bajo condiciones semejantes a las implementadas por DESINFECTANTES DELICIAS, se estudiaron mediante un diseño factorial de experimentos. Se prepararon réplicas del producto variando la concentración de los agentes tensoactivos y diluyentes de grasa, así como el tiempo de mezcla. A las muestras de producto obtenidas se les sometió a una prueba de lavado estándar que permitía medir la cantidad de grasa que podían retirar.

Se hizo también una caracterización general del VE que produce DESINFECTANTES DELICIAS, en la que se midió su densidad, su punto de ebullición, pH, su viscosidad y la biodegradabilidad de los agentes tensoactivos presentes.

Finalmente se hizo un protocolo que recoge las recomendaciones que este estudio puede hacer, con el propósito de estandarizar el proceso operativo que DESINFECTANTES DELICIAS ejecuta en la producción del VE.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Humberto Escalante Hernández.

ABSTRACT

TITLE: STANDARDIZATION FOR THE MANUFACTURING PROCESS OF *VAR SOL ECOLOGICO* IN THE DESINFECTANTES DELICIAS COMPANY*.

AUTHOURS: WILMER ZABALA PEÑALOZA**
EDWARD DAVID CARRILLO BARAJAS**

KEYWORDS: SURFACTANTS, VAR SOL, DETERGENT POWER, DESINFECTANTES DELICIAS.

The operational process of productions of *VAR SOL ECOLOGICO* on the **DESINFECTANTES DELICIAS** Company was investigated in the present study. The significant variables in the final product quality were studied in accordance with the requirements of the customers and the company itself. How the detergent capacity and physical stability of the product are considered highly significant in terms of quality, this research has examined the process variables that maximize such conditions.

The technical knowledge acquired by the company during the time has produced **VAR SOL ECOLOGICO**, as well as the availability of raw materials and costs associated therewith were bore in mind.

The formulation of the product and the mixing time under conditions similar to those implemented by **DESINFECTANTES DELICIAS** were studied using a factorial design of experiments. Product samples were prepared by varying the concentration of surfactants and diluents fat as well as varying the mixing time. The samples of product obtained were treated to a standard washing test allowing measuring the amount of fat that could be removed.

The results of this experimental design showed that an appropriate formulation for **VAR SOL ECOLOGICO** which maximizes their detergent power is achieved by combining of high levels of uptime (D^+), nonylphenol (C^+), and varsol(A^+). Likewise shows that the triethanolamine not significantly influence on the ability to remove fat. The combined effect between nonylphenol and the mixing time on the detergent power is synergistic.

There was also a general characterization of **VAR SOL ECOLOGICO** made in **DESINFECTANTES DELICIAS** in which density, boiling point, pH and viscosity were measured, as well as the biodegradability of surfactants present.

Finally a working procedure was made that incorporates the recommendations that this study can do, in order to standardize the operational manufacturing process of **VAR SOL ECOLOGICO**.

*Thesis.

** Faculty of Engineering Physicochemical. Chemical Engineering School.
Director: Humberto Escalante Hernández.

1. INTRODUCCIÓN

La evolución histórica muestra que la demanda de los jabones y formulaciones detergentes ha estado relacionada con el desempeño productivo y que sirve como índice de la situación económica de un país. (BAILON, 2003). El jabón apareció desde la antigüedad y el primer detergente apareció en Alemania en 1907.

La composición de los agentes limpiadores ha sufrido modificaciones progresivas con el tiempo que han estado influenciadas por el conocimiento de la química, la disposición de recursos y desde la mitad del siglo pasado en algunos países por leyes tendientes a proteger el ambiente y prevenir la contaminación.

Hoy día se exige al detergente una serie de requisitos como: desarrollo de su función en corto tiempo, acción a bajas temperaturas, baja toxicidad, biodegradabilidad, baja irritabilidad de la piel, buen precio (DOMINGUEZ, 1986).

En la industria de productos de aseo de uso domestico se encuentra un amplio catalogo de insumos destinados a la limpieza y desinfección, de los cuales el varsol se ha convertido en uno de los productos de mayor aceptación por parte de los consumidores debido a su poder desengrasante y/o diluyente de grasas en superficies rígidas y textiles.

El varsol es un solvente orgánico derivado del petróleo compuesto por una mezcla de parafinas rectas y ramificadas (C9 – C12) (48%), Cicloparafinas (38%), aromáticos (14%). Comercialmente contiene menos de 10 ppm de

benceno y se utiliza en la remoción de manchas en pisos y textiles, dilución de pinturas de aceite y como solvente en la fabricación de ceras, entre otros (Surated, 2003).

Desde hace 13 años, la empresa **DESINFECTANTES DELICIAS**, ubicada en la ciudad de Barrancabermeja – Santander se dedica a la fabricación de productos de aseo de uso domestico e industrial como: limpiadores desinfectantes emulsionados, **cera líquida** abrillantadora, eliminador de manchas pertinaces **oxiplus**, suavizante para ropa **delicatel**, **jabón liquido** para manos, ambientadores de diferentes presentaciones y propósitos, **varsol ecológico** y la producción de velas y velones.

Actualmente DESINFECTANTES DELICIAS está interesada en mantener y mejorar la calidad del *Varsol Ecológico* (VE); uno de los productos de mayor demanda de la empresa. Este producto ha sufrido variaciones significativas, en su composición y proceso productivo, durante el tiempo que la empresa lo tiene en el mercado.

De acuerdo al tiempo de experiencia que tiene DESINFECTANTES DELICIAS en la producción y comercialización del VE, los principales requisitos que el cliente busca en el producto son: un poder desengrasante alto y una estabilidad permanente, es decir, una emulsión estable. Muchos clientes exigen la ficha técnica del producto, que le garantice las características allí expuestas y que puedan confiar en su capacidad detergente.

Los requisitos del cliente y la competencia incipiente exigen a DESINFECTANTES DELICIAS definir de manera clara la producción y las características de su VE, obedeciendo la política de la empresa que está orientada a la calidad y satisfacción del consumidor.

Las condiciones de demanda y disposición de materias primas y el contexto actual de aceptación del varsol ecológico, hace necesaria una regulación en su formulación y producción con tal de mantener unas condiciones uniformes de calidad y presentación en el mercado, además de ajustar los recursos de producción disponibles a las condiciones adecuadas de los equipos usados.

DELICIAS produce actualmente alrededor de 350 litros diarios de **Varsol Ecológico** que embala, etiqueta y distribuye en Barrancabermeja. Existen también distribuidores en diferentes ciudades y pueblos del Magdalena Medio que coordinan sus ventas sobre pedido.

1.1 Contexto Técnico de las Formulaciones Detergentes.

Un compuesto tensioactivo, también llamado agente de superficie, es una sustancia química que se adsorbe en las interfases gas/liquido (aire-agua), liquido/liquido (aceite-agua) o gas/solido (superficies de sólidos) y que a partir de una determinada concentración es capaz de formar agregados supramoleculares.

Los tensoactivos poseen en su estructura química dos regiones claramente diferenciadas, lo que les confiere el carácter dual de todas las sustancias anfífilas (figura 1). Una es la *porción hidrófoba (o apolar)*, que presenta afinidad por disolventes orgánicos o apolares y corresponde a una cadena hidrocarbonada. La otra es la *porción hidrófila (o polar)*, caracterizada por mostrar atracción hacia disolventes polares (sobre todo al agua), puede estar formada por átomos de oxígeno, azufre, fosfato o nitrógeno, incluidos en

grupos funcionales como alcoholes, tioles, éteres, ésteres, ácidos, sulfatos, sulfonatos, fosfatos, aminas, amidas, etc.[2].

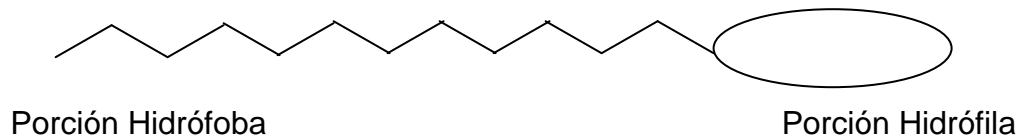


Figura 1. Representación de un Tensioactivos

Comercialmente los tensoactivos se especifican a menudo en función de su uso, pero como muchos tienen varias aplicaciones, esta tipificación no resulta muy adecuada. La clasificación más aceptada científicamente se basa en su capacidad de disociación en agua. Se catalogan según la naturaleza de su grupo hidrófilo o polar en: aniónicos, catiónicos, anfóteros y no iónicos. Los tensoactivos usados en la formulación del varsol ecológico son principalmente tensoactivos no iónicos.

Los agentes tensoactivos son adsorbidos en la interfase de las dos sustancias a causa de sus dos grupos hidrófilo y lipófilo, los cuales se ubican hacia la fase acuosa y la fase oleosa respectivamente. Como consecuencia de esta orientación en la interfase, las moléculas del agente forman una especie de puente entre la fase polar y no polar. El agente tensoactivo ha de estar equilibrado en cuanto a poseer la cantidad adecuada de grupos hidrosolubles y liposolubles para que se concentren en la interfase, y de esta manera hagan descender la tensión superficial [3].

La figura 2, muestra un ejemplo de la orientación de algunas sustancias tensoactivas en la interfase.

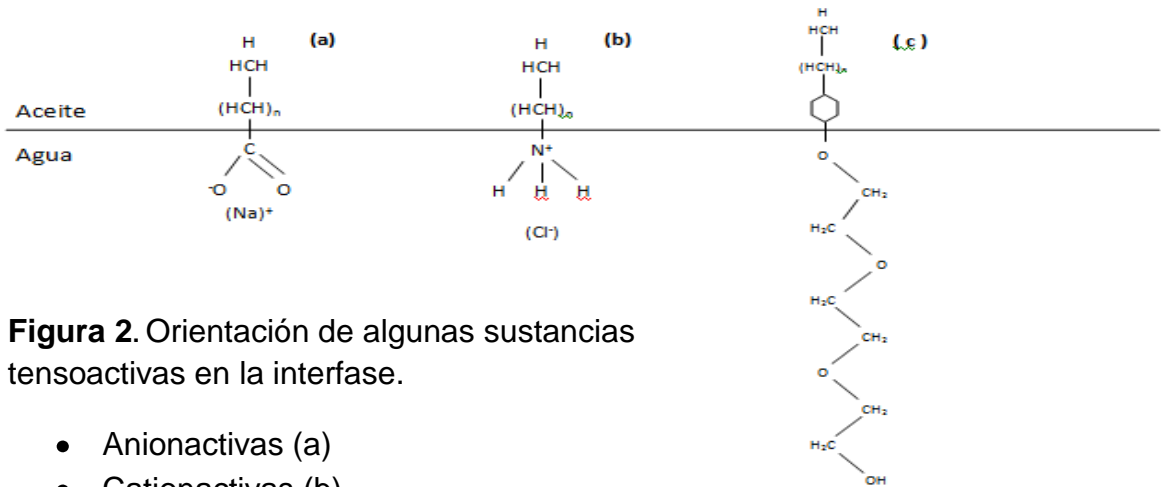


Figura 2. Orientación de algunas sustancias tensoactivas en la interfase.

- Anionactivas (a)
- Cationactivas (b)
- No iónicas (c)

La demanda actual de tensoactivos está cubierta por menos de diez tipos; siendo los alquilbenceno sulfonados (LAS), los sulfatos de alcoholes grasos (FAS), los étersulfatos de alcoholes grasos (FAES), los alcoholes grasos etoxilados (FAEO) y los jabones, los que ocupan las principales posiciones (BAILÓN, 2003).

La figura (3) muestra los componentes típicos presentes en las formulaciones detergentes.

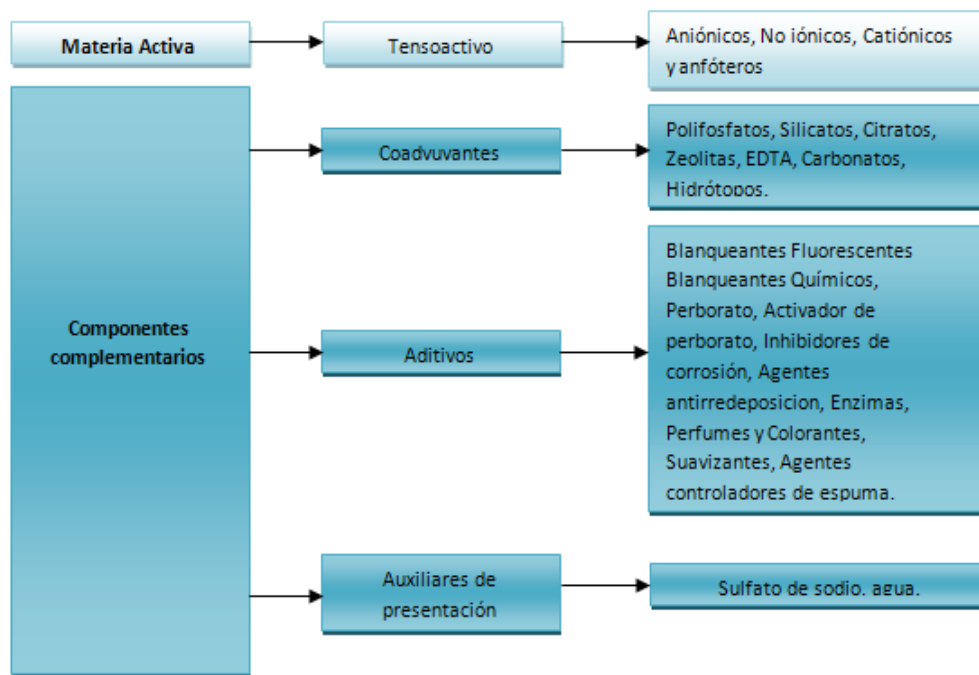


Figura 3. Componentes de las Formulaciones Detergentes (DOMINGUES, 1986).

Son variadas las tendencias que han tomado las formulaciones de productos detergentes en la actualidad. Sin embargo, una tendencia manifiesta consiste en disminuir el pH del baño de lavado, tanto en detergentes sólidos como líquidos. Las ventajas de la reducción del pH son importantes: tanto para la máquina como para los materiales que se lavan que sufren menor desgaste (ALTMAYER, 2004). Los problemas de precipitación de cal y magnesio se disminuyen e incluso se anulan (BRIGITTE, 1992; YOU et al., 1994; SADLOWSKI, 1994; MACBEATH et al., 1994). Además, es posible añadir un mayor número de aditivos que mejoren la detergencia, pudiéndose conseguir fórmulas cada vez más eficaces y sofisticadas, como es el caso de formulaciones que incluyen germicidas (TAYLOR & RICHTER, 1998).

El uso de enzimas es igualmente una herramienta innovadora en las formulaciones detergentes. Las enzimas logran el efecto hidrolítico que se da al tener un pH elevado y dada la especificidad de ellas, se logran formulaciones especializadas para usos particulares.

En la actualidad suscitan gran preocupación los aspectos relativos a la seguridad, sanidad e impacto ambiental de las formulaciones detergentes. Dado que con el transcurso del tiempo, los componentes de dichas formulaciones, formarán parte del medio ambiente, es un requisito imprescindible que éstos sean fácilmente degradados en condiciones naturales. En este sentido, se considera que los tensoactivos son biodegradables si existe un nivel mínimo de degradación del 80% cuando se emplea el ensayo continuo simulado de fangos activos (NORMA UNE 55-844-91). De otro lado, en los ensayos estáticos en régimen discontinuo que utilizan un medio acuoso, se determina la concentración del tensioactivo a lo largo del tiempo, y se compara con el comportamiento observado con dos sustancias control: una con baja biodegradabilidad y otra, altamente biodegradable (WILHEM & FISHER, 1987).

1.2 Detergencia

Se conoce con el término Detergencia el proceso de eliminación de sustancias indeseadas adheridas a objetos o a la piel de los seres vivos. El efecto de limpieza que se logra mediante la aplicación de un detergente no se debe solamente a la acción de los tensoactivos, sino a la adecuada combinación de distintos efectos que actúan sinérgicamente sobre el sustrato sucio (DOMÍNGUEZ, 1986). Es común que el término detergencia se use para referirse a la eficacia del lavado.

Las principales variables que afectan la detergencia son: el tipo de suciedad, las características del sustrato, el baño de lavado (concentración y estructura

del tensoactivo, dureza del agua, coadyuvantes, enzimas, etc.), el tiempo de duración del lavado, la temperatura y las condiciones hidrodinámicas (agitación, caudal) (ALTMAYER, 2004). Otros factores influyentes en la eficacia del proceso detergente son la presencia de electrólitos (DAVIS et al., 2003), el pH del baño (WOOLLATT, 1985) y la capacidad espumante del detergente (DORADO, 1996).

De acuerdo con DOMINGUEZ (1986), debido al gran número de posibilidades de variación que se pueden plantear con los elementos sustrato – suciedad – baño de lavado, los mecanismos de la detergencia no son únicos.

La textura, el tamaño, la forma y la composición química del sustrato influyen en la facilidad de la limpieza. Los fenómenos de difusión de los componentes en el interior del sustrato tienen influencia en la efectividad del lavado (ALTMAYER, 2004)

La interacción entre los distintos tipos de suciedad y entre el sustrato y la suciedad misma, influyen notablemente en el grado de eliminación de la suciedad. Así mismo, el tamaño y la estructura química de las partículas sólidas definen la fortaleza y el tipo de interacción con el sustrato (MIZUNO, en: CUTLER & DAVIES, 1981).

La concentración del tensoactivo influye sobre la detergencia como lo indica la **figura 4**, que se muestra a continuación

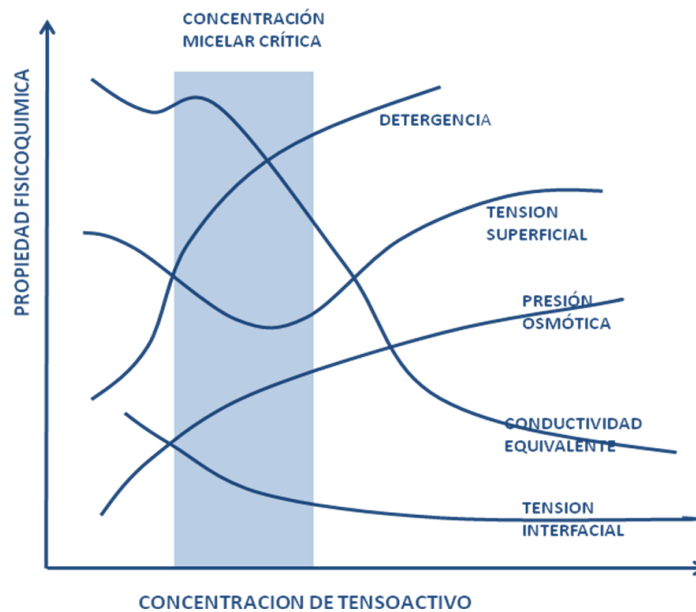


Figura 4. Efecto de la concentración de tensoactivo sobre las propiedades fisicoquímicas de sus disoluciones acuosas. (MANKOWICH, 1962).

1.3 Determinación de la Capacidad Detergente.

Es común que se ejecuten pruebas para determinar la eficacia del lavado. Los ensayos de lavado son importantes tanto para el fabricante en la etapa de diseño y desarrollo del producto, como para los organismos de control de calidad de los productos comerciales. Según SACHDEV & KRISHNAN (1997), dichas pruebas se realizan con el objeto de optimizar las proporciones de los componentes de la formulación, determinar la eficacia detergente del producto bajo condiciones distintas, proporcionar una idea de la aceptación por parte de los consumidores, etc.

A nivel de laboratorio, los ensayos de detergencia se realizan con dispositivos de tamaño reducido especialmente desarrollados para tal fin y

que intentan reproducir dentro de lo que cabe, las condiciones de lavado real (ALTMAYER, 2004).

En la medida en que se aumenta el número de variables a estudiar en un ensayo de laboratorio, se hace necesario recurrir a estrategias experimentales que permitan obtener, a partir de un número mínimo de ensayos, las informaciones que se buscan (ALTMAYER, 2004). Teniendo en cuenta que las variables de lavado muchas veces interaccionan entre sí de forma sinérgica o antagónica (MIZUNO, en: CUTLER & KISSA, 1981) considera que los métodos clásicos “uno a la vez” no son adecuados; en contrapartida la metodología del diseño estadístico de experimentos resulta una excelente opción para el análisis de estos problemas.

De acuerdo con ALTMAYER (2004), los pasos que deben darse en un ensayo de laboratorio para determinar la detergencia son los siguientes:

- a) Elección del sustrato y de la suciedad.
- b) Aplicación de la suciedad al sustrato de la manera más reproducible posible.
- c) Lavado del sustrato mediante el contacto con un baño de lavado, controlando las condiciones experimentales.
- d) Separación del sustrato del baño (o viceversa) y análisis de la cantidad de suciedad retirada del sustrato o de la arrastrada hacia el baño de lavado.

La metodología usada en la presente investigación, para la determinación de la detergencia de las diferentes muestras preparadas, se fundamentó en los pasos descritos anteriormente.

En lugar de utilizar suciedades naturales, los ensayos de laboratorio suelen utilizar suciedades artificiales de composición perfectamente conocida que

puedan ser adquiridas comercialmente o preparadas por el propio investigador (JAKOBI & LÖR, en KAUNDY et al., 1987). Los métodos disponibles para efectuar la aplicación de la suciedad al sustrato son fundamentalmente dos: el contacto directo entre los materiales y la transferencia de una superficie a la otra; la opción por un método u otro dependerá del tipo de suciedad a utilizar y de las preferencias personales (KISSA, en: CUTLER & KISSA, 1987).

En cuanto a los métodos utilizados para evaluación de la detergencia a nivel de laboratorio, se destacan los métodos gravimétricos, visuales o espectrofotométricos. Los dispositivos y procedimientos de lavado para la evaluación de la detergencia en textiles son numerosos (DOMINGUEZ 1986). En general, los dispositivos procuran simular de la forma más real posible, el proceso de lavado en lavadoras de ropas automáticas. De acuerdo con NOVO (2004), la temperatura del baño de lavado para los ensayos de detergencia en E.E.U.U. es de 30°C, mientras que en Europa puede ser 30, 40 o 60°C. Así mismo, el tiempo de lavado suele ser de 12 minutos en E.E.U.U. y 20 minutos en Europa.

El presente trabajo conto con los siguientes objetivos: a) realizar un estudio de las variables significativas en el proceso de producción del *Varsol Ecológico*; teniendo en cuenta los requisitos del producto, la experimentación previa por parte de la empresa, la disponibilidad tecnológica y los costos, b) realizar una caracterización física y química del producto, evaluando las principales variables que el mercado exige y c) realizar un procedimiento de trabajo, tendiente a indicar a la empresa los pasos para estandarizar el proceso productivo del VE.

1.4 Estandarización de Procesos.

La estandarización se entiende como el desarrollo sistemático, la aplicación y actualización de patrones, medidas uniformes y especificaciones de procesos y productos con el propósito de eliminar variedad de procedimientos semejantes innecesarios (compatibilidad), favorecer la intercambiabilidad, seleccionar las proporciones adecuadas, mantener uniformidad en el tiempo y minimizar los riesgos evitables. En la estandarización se crean unas normas o parámetros que permiten comparar como un patrón aceptado.

Las normas se dividen en tres categorías: de facto, de jure y voluntarias.

- Normas de Facto: son aquellos estándares que simplemente aparecieron sin ningún plan formal.
- Normas de Jure: son los estándares formales y legales adoptados por algún organismo de estandarización autorizado.
- Normas Voluntarias: son aquellos estándares que se publican y están disponibles para las personas a consideración de su uso.

El organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales es la ISO (Internacional Standard Organization). La ISO es una red de los institutos de normas nacionales de 160 países, sobre la base de un miembro por país. Las normas creadas por la ISO son de aplicación voluntaria.

La estandarización de un proceso, comprende establecer lineamientos a seguir durante la implementación. Esto implica especificar los procedimientos de manera detallada con tal de obtener reproducibilidad y eliminar la

dependencia de una persona determinada en una tarea particular. Así, un proceso puede ser administrado adecuadamente por cualquier individuo, siempre que cuente con las competencias necesarias. Los estándares establecidos en una organización para un proceso particular son propios de ella. Los procedimientos documentados o establecidos en una empresa no necesariamente deben ser los mismos en otra con el mismo proceso.

La metodología a seguir para llevar a cabo la estandarización de un proceso, normalmente depende de la naturaleza del proceso y del alcance definido. Existen procedimientos particulares dentro de un proceso, que están normalizados por alguna entidad encargada. Siempre que un procedimiento no sea producto de un requisito legal, las organizaciones tienen la opción de decidir modificar su aplicación.

El procedimiento natural para estandarizar un proceso, consiste en reglamentar sus entradas, sus actividades y sus salidas. Ajustar a un protocolo particular implica que se ha hecho un estudio previo que valida su efectividad. Este estudio se valdrá de pruebas de eficacia previamente estandarizadas de ser necesario o de métodos que se acomoden a las condiciones particulares de la organización.

De acuerdo con José Antonio Rodríguez Jefe de Ventas de WEG Iberia (www.interempresas.net/Quimica/Articulos), la estandarización implica registrar y aplicar sistemáticamente los mejores pasos para un óptimo en el desarrollo de los procesos y actividades. Generado un cambio o mejora, debe ponerse bajo control las variaciones especiales a las cuales se encuentran sometidos los procesos en una primera instancia, procediendo una vez lograda controlar la situación a estandarizar los procesos a los

efectos de su repetición. Este proceso mejorado y estandarizado se someterá posteriormente a nuevos procesos de mejora y estandarización.

Un proceso de estandarización, aúna tres aspectos:

- Mejorar la calidad de la materia prima de los componentes adquiridos y de los productos manufacturados, consolidando de esta manera el Programa de Calidad Asegurada.
- Encuadrar el producto viabilizando, con su homologación, la continuidad de las ventas.
- Ajustar y reducir componentes de los productos fabricados y de los dispositivos, equipos y herramientas, aprovechando los beneficios de la sinergia.

1.5 Fabricación del Varsol Ecológico en la Empresa Delicias (PFVEDD)

El ***varsol ecológico*** es un producto desengrasante que apareció en el mercado alrededor del año 2003 y que busca reemplazar y/o disminuir el uso del varsol conocido también en la industria química como disolvente No 4, al eliminar desventajas como el olor penetrante característico y reducir el uso de productos de fuentes no renovables. En la producción del VE se usan materias primas de carácter tensoactivo de variada procedencia y capacidad detergente.

En la tabla 1, se presentan las materias primas utilizadas para la fabricación del VE en DESINFECTANTES DELICIAS.

Tabla 1. Materias primas del PFVEDD

| Nombre Comercial | Descripción |
|-----------------------------|--|
| Varsol (Disolvente No 4) | Disolvente alifático, producto de la destilación de naftas o de gasolinas naturales. Producto sin color, olor agradable y con poder solvente. Presentación en carrotanques mínimo de 10.000 galones. Proveedor: CI. IMPORTEX |
| Etanol | Alcohol Etílico Normal desnaturalizo. Densidad relativa (20°C): 0,8106. Impotabilizante (%v/v Dietilftalatp): 0,5. Apariencia: Liquido Transparente Proveedor: QUIMICOS Y SABORES |
| Arcopal (Nonilfenol) | TERGITOL NP-10 % agua: 0,0285% p/p. Apariencia: Libre de Partículas. pH: 7,2. Proveedor: DOW QUIMICA DE COLOMBIA S.A |
| Trietanolamina (TEA) | TRJETANOLAMINA 85%. Peso especifico (20/20°C): 1,1242. Trietanolamina: 88,8595%. Dietanolamina: 11,0369%. Monoetanolamina: 0,0004%. Agua: 0,0462%. Apariencia: Liquido viscoso. Proveedor: QUIMICOS Y SABORES |
| Metil Parabeno Sódico | Polvo blanco cristalino. pH: 9,8. Agua: 1%. Sulfato: 300 ppm. Cloro: 350 ppm. Proveedor: Foodchem International Corporation. |
| Silicona | Liquido de apariencia clara ligeramente viscoso. Viscosidad (25°C): 7439 CST. Proveedor: Dow Corning Corporation. |
| Fragancia | Canela 53-21P. Contiene sustancias aromáticas idénticas. Liquido amarillo claro de sabor y olor típicos. Densidad (25°C): 1,025 g/ml. Proveedor: La Tour S.A. |
| Carbopol | Es una mezcla de resinas solubles en agua, que tienen excelentes propiedades de suspensión; espesamiento y formación de geles. |

| | |
|--|--|
| | <p>Es blanco y su presentación es en polvo.</p> <p>El alcohol polivinílico, polímeros de oxido de etileno y la polivinilpirrolidona son compuestos del Carbopol.</p> |
|--|--|

En la figura 5 se esquematiza el proceso general de fabricación de VE en DESINFECTANTES DELICIAS.

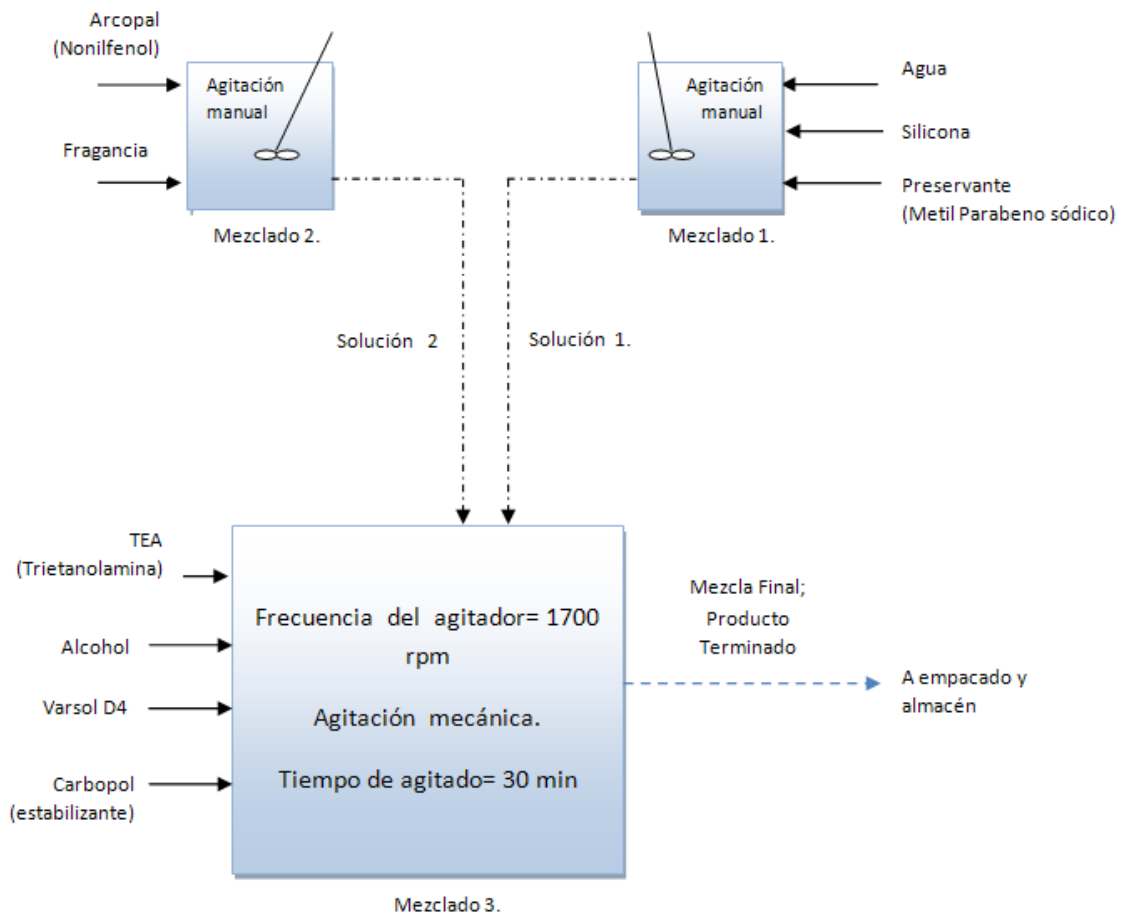


Figura 5. Diagrama de flujo del PFVEED.

En la empresa se producen cochadas de 120,5 litros de VE, máximo 3 veces diarias; esta actividad es realizada por 3 operarios. En la tabla 2 se

especifican los requerimientos de materias primas para la elaboración del VE.

Tabla 2. Cantidades usadas de materia prima en el PFVEDD.

| Nombre Comercial | Cantidad usada por cochadas |
|--------------------------|------------------------------------|
| Varsol (Disolvente No 4) | 12 L |
| Etanol | 4 L |
| Arcopal (Nonilfenol) | 3 L |
| Trietanolamina (TEA) | 500 mL |
| Metil Parabeno Sódico | 150 g |
| Silicona | 1.5 L |
| Fragancia | 1.5 L |
| Carbopol | 300 g |
| agua | 90 L |

El mezclado 1 se lleva a cabo en un tanque plástico en el cual se dosifica agua, silicona y metil parabeno sódico y se homogeniza manualmente. La homogenización se hace mediante un vástago plástico y hasta que se eliminan los grumos apreciables. Este procedimiento tarda normalmente 15 minutos y se hace normalmente a condiciones de temperatura y presión ambiente.

El mezclado 2 es de Arcopal y fragancia que son homogenizadas manualmente en un embace de vidrio o plástico. Al igual que en el mezclado 1, se hace mediante un vástago plástico y logra homogeneizarse en menos de 10 minutos. Esta operación se hace a condiciones de temperatura y presión ambiente.

En el mezclado 3 se usa un tanque cilíndrico de fondo cónico en acero inoxidable con dos agitadores tipo turbina, provistos en un vástago también en acero inoxidable, impulsado por un motor de 2 hp y a una frecuencia de 1700 rpm. En este tanque se adicionan las materias primas en el siguiente orden.

- Varsol (Disolvente No 4)
- Etanol
- Agua
- Solución1
- Carbopol
- Trietanolamina (TEA)
- Solución 2
- Resto de agua

Estos componentes se agregan uno tras otro, de manera continua. Al igual que en el mezclado 1 y el mezclado 2, la temperatura y la presión son las del ambiente. Después de 30 minutos de mezclado inicia la dosificación en botellas de PET desde 150 cc hasta 2000 cc, seguido del etiquetado y embalado final.

2. METODOLOGIA

2.1 Esquema general de la estandarización del PFVEDD:

La estandarización del proceso de fabricación del Varsol Ecológico en la empresa delicias se ejecutó mediante la siguiente metodología.

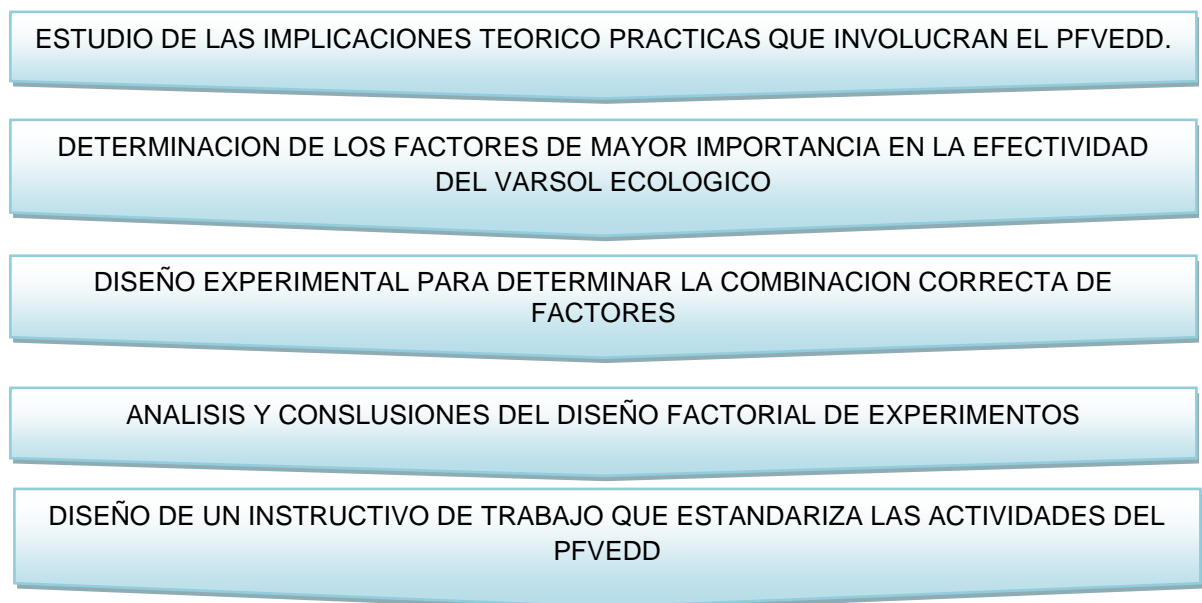


Figura 6. Esquema general de la estandarización del PFVEDD.

2.2 Estudio de las implicaciones teórico practicas del PFVEDD.

Esta etapa comprendió la revisión bibliográfica en libros, revistas, artículos, trabajos de grado y páginas web referentes a los temas tratados en este trabajo.

Se realizaron consultas a través de instituciones como el ICP, ICONTEC y CEIAM para establecer el tipo y la forma de las diferentes pruebas necesarias en la caracterización y estandarización de un agente tensoactivo.

En esta etapa se contó con la participación de la empresa **DESINFECTANTES DELICIAS**, donde se produce el ***Varsol Ecológico***.

El proceso de fabricación de VE que ejecuta DELICIAS fue desarrollado mediante la experimentación continua de forma aleatoria sin planeación alguna. El equipo principal es un tanque de mezclado que permite la dosificación. El etiquetado y embalaje son procesos netamente manuales que ocupan suficiente mano de obra ya que los volúmenes de producción de ***varsol ecológico*** son considerables respecto a la producción total.

La calidad del ***varsol ecológico*** es un factor importante en su comercialización y está primordialmente relacionada a su capacidad de retirar grasa de acuerdo a información suministrada por la empresa, así que mejorar el poder detergente manteniendo los costos bajos es de gran significancia para la empresa. Una manera de determinar el poder detergente de un tensoactivo es medir la cantidad de grasa que solubiliza en las aguas de lavado.

2.3 ESTUDIO EXPERIMENTAL

- **Reconocimiento de las variables entradas y respuesta del proceso**

Ya que la capacidad de retirar grasas es condición preferente para la comercialización del producto, la medición de esta variable resulta

igualmente relevante. Las variables que influyen sobre la capacidad deterativa son necesariamente la concentración de los agentes tensoactivos y una condición que limita los volúmenes usados es el costo que generan. Así entonces las variables influyentes en el poder deterativo y costo de producción son las que se deben afinar. Esto justifica el siguiente modelo:

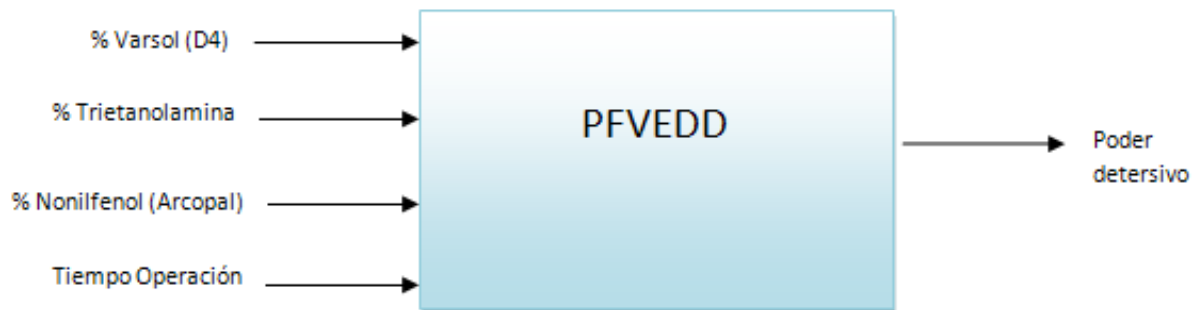


Figura 7. Diagrama entrada – salida del PFVEDD.

- **Diseño factorial de experimentos**

Para establecer la cantidad de experimentos a realizar y las condiciones en que se deben hacer, así como determinar los efectos de las interacciones y de cada una de las variables de entrada sobre las de salida, se hace necesario ejecutar un orden de experimentación que logre representatividad del proceso, que se ejecute con un mínimo de experimentos y que permita trabajar con todos los factores a la vez.

Las variables o factores más relevantes que se pueden manipular, el número de niveles o valores de cada factor con los que se va a experimentar, así como el número de veces que se ejecutará (replicas) se indican a continuación:

Numero de factores (k): 4

Numero de replicas (n): 2

Numero de niveles: 2

Factores

| | |
|----------------------|-----|
| -% Varsol | (A) |
| -% Trietanolamina | (B) |
| -% Nonilfenol | (C) |
| -Tiempo de Operación | (D) |

Dado el número de factores a manipular se hace necesario trabajar con un número “prudente” de niveles y replicas a fin de no elevar considerablemente el número de tratamientos a ejecutar. En este caso un diseño factorial 2^k o de dos niveles en cada factor y dos replicas por prueba se obtienen 32 tratamientos realizables.

Ecuación del Diseño factorial de Experimentos = $n \cdot 2^k$.

Se hizo uso de la notación de *Yates*, para diferenciar cada uno de los productos resultantes del diseño experimental.

- **Preparación de las muestras de Varsol ecológico**

En esta primera etapa se procedió a la preparación de diferentes muestras del producto variando los factores como se indica en el ANEXO A. En la

tabla 3. Se presentan los niveles máximos y mínimos de los factores del diseño experimental.

Tabla 3. Niveles de los factores del diseño experimental del VE.

| Variable | Notación | Nivel mínimo | Nivel máximo |
|------------------|----------|--------------|--------------|
| Varsol | A | 8,3 % | 16,6 % |
| Trietanolamina | B | 0,41% | 0,581% |
| Nonilfenol | C | 2,49 % | 4,15 % |
| Tiempo Operación | D | 20 minutos | 40 minutos |

De acuerdo al procedimiento mostrado en la figura 5 se prepararon 16 muestras de producto de 800 cm^3 cada una. Para guardar las similitudes dinámicas, cinemáticas y geométricas entre el equipo actual de la empresa y el prototipo del laboratorio se hizo el escalamiento como se muestra en la figura 8.

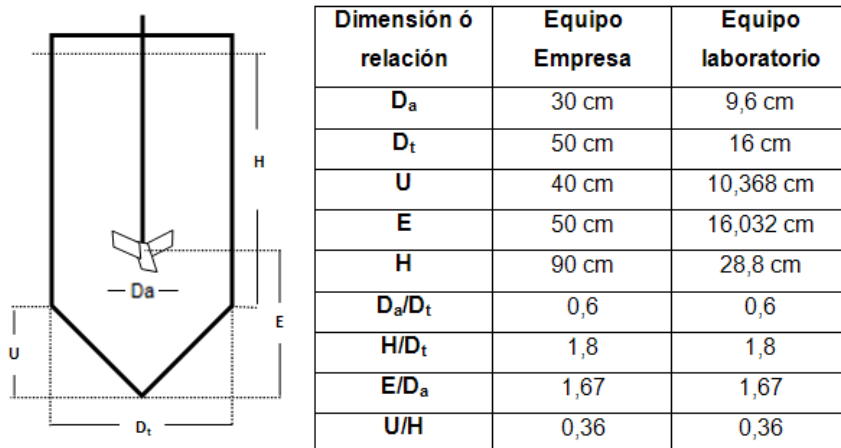


Figura 8. Escalamiento del Prototipo de Laboratorio

- **Pruebas de lavado**

Este procedimiento consistió en realizar lavados de tela impregnadas de grasa a iguales condiciones. Se recortaron probetas de tela de 30X30 cm (70% algodón y 30% poliéster), se esparció 2 cm³ de grasa roja lubricante de autos a cada una de las probetas de tela y estas fueron sumergidas en 1 L de solución de varsol ecológico al 3% v/v donde se dejaron por un tiempo de 10 minutos en agitación continua a 475 rpm. El agua de lavado se recogió en un erlenmeyer para su posterior análisis. El proceso de lavado se explica con más detalle en el ANEXO B.

- **Determinación del poder detergente**

Para poder determinar la capacidad de retirar grasa en cada uno de los experimentos se analizó la cantidad de grasa presente en las aguas de lavado mediante la aplicación de la norma D 5520 de *STANDARD METHODS* específicamente la determinación gravimétrica. El procedimiento, equipos y reactivos empleados en esta determinación se muestran en el ANEXO B.

- **Caracterización del Varsol Ecológico (Ficha técnica y de seguridad)**

Esta parte comprende la determinación de algunas de las propiedades más relevantes en la caracterización de un producto comercial, como densidad, pH, viscosidad, solubilidad, inflamabilidad, punto de ebullición, Biodegradabilidad, etc. Así como recomendaciones de seguridad.

La forma como se ejecutaron, los resultados y el análisis se encuentran en el ANEXO C, así como la ficha técnica y de seguridad.

Tabla 4. Propiedades fisicoquímicas del Varsol Ecológico.

| | |
|-----------------------------|--|
| Estado Físico: | Líquido |
| Apariencia: | Líquido brillante no translucido |
| Color: | Blanco |
| Olor: | Característico a la fragancias (canela ó floral) |
| Solubilidad en agua: | Soluble |
| Inflamabilidad: | No presenta |
| Punto de ebullición: | 92°C 1 atm |
| Densidad: | 0,9352 ± 0.01 g/ml |
| pH al 100%: | 7 – 8 |
| Viscosidad: | Comportamiento <i>Pseudoplástico</i> |

3. ANALISIS DE RESULTADOS

Los resultados de cada prueba están en la tabla 5, que se muestra a continuación:

Tabla 5. Resultados de las pruebas de lavado del VE.

| Prueba | Grasa retirada (mg) | Prueba | Grasa retirada (mg) |
|--------|---------------------|----------------------|---------------------|
| -1 | 1,85 | d | 11,4 |
| a | 7,4 | ad | 35,9 |
| b | 18,6 | bd | 31,1 |
| ab | 38,4 | abd | 55,8 |
| c | 31,6 | cd | 48,8 |
| ac | 36,5 | acd | 136,2 |
| bc | 16,9 | bcd | 111,8 |
| abc | 52,7 | abcd | 140,2 |
| | | Varsol actual | 37,22 |

El análisis estadístico del diseño experimental se desarrolló mediante la aplicación de la herramienta Statgraphics. Este software permite hacer un análisis estadístico completo de la influencia de cada factor sobre la variable respuesta, así como de los efectos combinados de los factores. Statgraphics presenta una interfaz simple y un intérprete de resultados que facilitan su utilización y el análisis estadístico.

Los efectos simples y combinados de los factores sobre la variable respuesta se representan en el siguiente diagrama de Pareto.

Gráfico de Pareto estandarizado para Grasa retirada

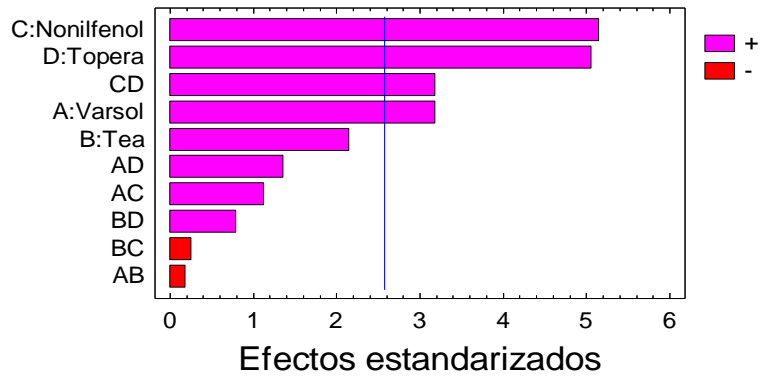


Figura 9. Diagrama de Pareto General.

De este gráfico muestra que los efectos que son mejores candidatos a ser eliminados son AC, BD, BC, AB y B puesto que estas combinaciones no son significativas. El efecto principal de B (Tea) no resulta significativo, con lo cual es posible afirmar que sus efectos combinados tampoco. Así, se puede excluir del análisis general, ya que el diagrama de Pareto trabaja limpiamente los efectos y se obtiene el siguiente diagrama mejorado.

Gráfico de Pareto estandarizado para Grasa retirada

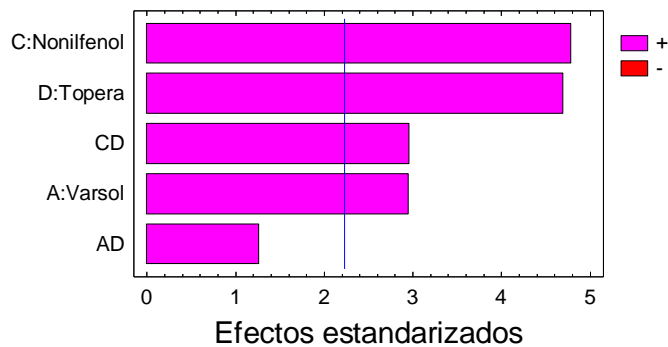


Figura 10. Diagrama de Pareto mejorado.

La figura 10, indica que los efectos principales del Nonilfenol (C) y del tiempo de operación (D) tienen la mayor incidencia sobre la cantidad de grasa que es capaz de retirar el *Varsol Ecológico*. El efecto combinado de estas dos variables es igual de importante al efecto principal del Varsol (A). Este es un efecto que merece atención.

Efectos principales

Gráfico de Efectos principales para Grasa retirada

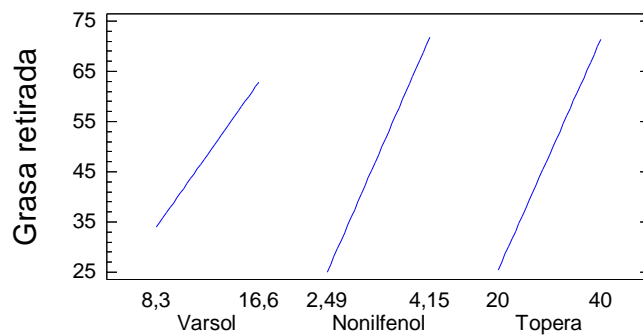


Figura 11. Efectos Principales

La figura 11 muestra los efectos principales de las variables Varsol, Nonilfenol y Tiempo de operación sobre la cantidad de grasa retirada en el lavado.

Efectos de interacción

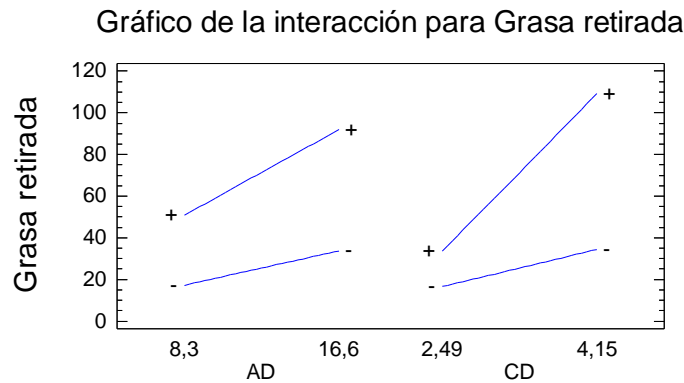


Figura 12. Efecto de interacción

La figura 12 muestra los efectos de interacción AD y CD.

Las combinaciones (A⁻, D⁻), (A⁻, D⁺), (A⁺, D⁻) y (C⁻, D⁻), (C⁺, D⁻), (C⁻, D⁺) presentan un bajo efecto sobre la cantidad de grasa retirada, mientras que las combinaciones (A⁺, D⁺) y (C⁺, D⁺) logran un efecto considerable sobre la variable respuesta. La magnitud del efecto CD es notoriamente superior a la magnitud del efecto AD esto se explicaría por la gran influencia que tienen las variables C y D sobre el poder detergente del producto final.

El efecto de interacción CD es mayor cuando el factor D (Topera) está en su nivel mayor y C (Nonilfenol) está en su nivel mayor, esto corresponde claramente a la combinación (C⁺, D⁺). Este comportamiento obedece también a la naturaleza dominante de los factores Tiempo de operación (D) y Nonilfenol (C) sobre el poder detergente del *Varsol ecológico*. La sinergia de los dos factores no supera la influencia de cada efecto por separado, pero es un efecto positivo que se logra al maximizar los efectos principales.

La influencia determinante del Nonilfenol en el poder detergente es explicable desde el punto de vista de su estructura molecular. El tamaño de la cadena

hidrófoba de esta molécula le da gran facilidad para asociarse a la fase lípida y la contraparte hidrofílica le permite unirse a la fase acuosa con gran fuerza. El Nonilfenol se le considera un Tensoactivo de tipo no iónico de alto poder detergente que presenta las ventajas de ser estable con la mayoría de los productos químicos en las concentraciones usuales de empleo. Su naturaleza química lo hace compatible en medios ácidos y básicos.

La influencia relevante del tiempo de mezclado sobre la capacidad detergente del *Varsol ecológico* obedece principalmente al efecto homogéneo que presenta el producto final. Un tiempo de mezclado insuficiente o una ineficacia del mezclado normalmente permite la aparición de grumos en el producto, que pueden originar una concentración irregular del Tensoactivo y una anulación de su efecto en el lavado. Estos grumos formados por las finas partículas sólidas del carbopol, cuando se humedecen pueden retener Tensoactivo y no le permite actuar en el lavado. Los grumos son bastante numerosos cuando el tiempo de mezclado es insuficiente y la apariencia del producto no es apropiada para su comercialización. Incluso cuando la apariencia del producto se le puede considerar buena, su textura indica la existencia de grumos de menor tamaño.

Del anterior análisis se concluye que:

1. La capacidad detergente del *Varsol Ecológico* está sostenida principalmente en la acción del Nonilfenol.
2. Una inadecuada Distribución del Nonilfenol en el producto final disminuye considerablemente su eficacia.
3. El efecto combinado entre el Nonilfenol y el tiempo de operación en el poder detergente es importante.

4. El efecto de la Trietanolamina en el poder detergente es considerablemente menor que los efectos principales del nonilfenol, el tiempo de operación, varsol y efecto combinado de tiempo de operación con el nonilfenol.
5. El efecto del Varsol en el poder detergente es considerable, pero mucho menor a los efectos principales del Nonilfenol y Tiempo de Operación.
6. Una formulación adecuada para el *Varsol Ecológico* que potencializa su poder detergente se logra mediante la combinación de niveles altos de Tiempo de operación (D⁺), Nonilfenol (C⁺), Varsol (A⁺), (Varsol ecológico *acd* de la tabla 4.).

3.1 Viabilidad Económica

Un estudio comparativo del costo de producción del VE con las distintas formulaciones del desarrollo experimental se muestra en el Anexo D.

Aumentar el porcentaje de Nonilfenol y tiempo de operación, aumenta necesariamente los costos de producción del *Varsol Ecológico*, no obstante al disminuir la cantidad de Trietanolamina se disminuyen los costos. El *Varsol Ecológico acd* que se recomienda producir, disminuye el porcentaje de Trietanolamina, pero aumenta el porcentaje de Nonilfenol y el equilibrio en el costo no se alcanza. En la tabla 6 se presenta los costos fijos para la producción de VE, por lote de 120,5 litros.

Tabla 6. Costos fijos por lote de VE.

| Tabla de costos | | | |
|-----------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|
| Experimento | (\$/Cochada 24,1 galones) | Experimento | (\$/Cochada 24,1 galones) |
| -1 | 164964,05 | d | 166613,6905 |
| a | 184967,05 | ad | 186816,7205 |
| b | 166406,435 | bd | 168070,4994 |
| ab | 186409,435 | abd | 188273,5294 |
| c | 176062,1 | cd | 178735,5085 |
| ac | 196065,1 | acd | 198938,5385 |
| bc | 178408,235 | bcd | 180192,3174 |
| abc | 198411,235 | abcd | 200395,3474 |
| | | Varsol actual | 186816,67 |

Aunque la producción de *Varsol Ecológico acd* resulte (\$ 12.122,00) aproximadamente más costoso por lote (\$ 100,59 por litro), supera con creces el poder detergente del *Varsol Ecológico actual*; de acuerdo a la experimentación más de 3 veces (tabla 4). De acuerdo con la dirección de DESINFECTANTES DELICIAS este aumento no influye de manera significativa en el precio al público, ya que el *Varsol Ecológico* que produce es un 25% más económico que el de la competencia. Esto asegura que la producción de **VE acd** es viable económicamente.

4. INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL PFVEDD

La estandarización se hizo usando el enfoque basado en procesos establecido en la norma ISO 9000 2008. En la figura 13 se muestra el mapa de procesos que comprende el PFVEDD.

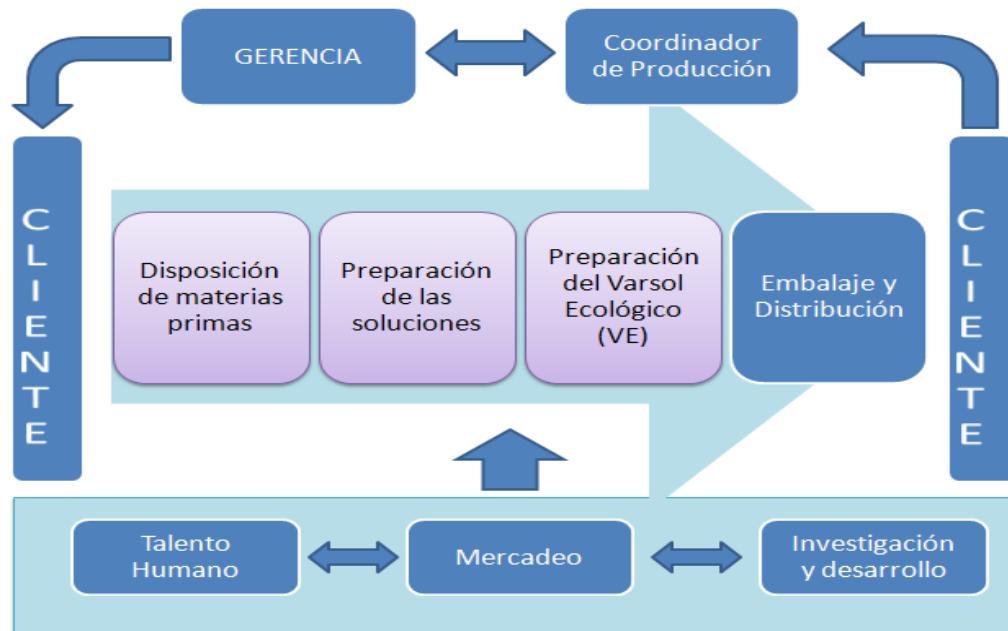


Figura 13. Mapa de procesos del PFVEDD.

Disposición de materias primas

| Descripción de actividades | Materiales Usados | Responsable de la Actividad |
|--|-------------------|-----------------------------|
| 1. Recepción de orden de pedido: El operario recibe de parte del coordinador de procesos la orden de pedidos y hace un balance para saber | | Operario |

| | | |
|---|---|-----------------|
| <p>la cantidad de Varsol ecológico a producir, así como la cantidad de materia prima a usar.</p> | | |
| <p>2. Disposición de materiales y equipos a usar: El operario debe asegurarse de tener los equipos de procesos limpios y disponibles para realizar la preparación de las soluciones previas, así como el equipo de mezclado en la preparación del <i>Varsol ecológico</i>.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Balanza • Probetas volumétricas. • Agitadores • Baldes volumétricos. • Palas. • Tanque de mezclado. | <p>Operario</p> |
| <p>3. Medición del volumen de las materias primas líquidas: El operario del proceso mide la cantidad de agua, Varsol, Nonilfenol, Trietanolamina, Fragancia, Etanol y silicona a usar.</p> | <p>Cantidades por cochada de 120,5 l:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Varsol: 20,0 l. • Nonilfenol: 5,0 l • Trietanolamina: 0,494 l. • Fragancia: 1,5 l • Silicona: 1,5 l • Agua: 88,0 l. • Etanol: 4,0 l. | <p>Operario</p> |
| <p>4. Pesaje de materias primas sólidas: El operario mide la cantidad de Carbopol, Metil Parabeno Sódico a usar.</p> | <p>Cantidades por cochadas de 120,5 l:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carbopol: 300 g. • Metil Parabeno Sodico: 150 g. | <p>Operario</p> |

Preparación de las soluciones

| Descripción de actividades | Materiales Usados | Responsable de la Actividad |
|--|---|-----------------------------|
| 1. Preparación de la Solución 1: El operario dispone 10 l de agua de los 88,0 l medidos anteriormente en un balde volumétrico y dosifica el Metil Parabeno Sódico y la Silicona, con la ayuda de un agitador manual homogeniza la mezcla hasta deshacer todos los grumos. | <ul style="list-style-type: none">• Balde volumétrico de 15 l.• Agitador manual. | Operario |
| 2. Preparación de la Solución 2: El operario dispone de un balde de 10 l en el que dosificará y mezclará manualmente con un agitador las cantidades de Nonilfenol y Fragancia hasta su homogenización. | <ul style="list-style-type: none">• Balde volumétrico de 10 l.• Agitador manual. | Operario |

Preparación del varsol ecológico – VE

| Descripción de actividades | Materiales Usados | Responsable de la Actividad |
|--|--------------------|-----------------------------|
| 1. Inspección del equipo de mezclado: El operario debe asegurarse que el equipo principal de mezclado donde se llevará a cabo la preparación del Varsol ecológico se encuentre sincronizado. | | Operario |
| 2. Primera Dosificación: Antes de encender el equipo de mezclado el operario debe adicionar las materias primas en el siguiente orden: <ul style="list-style-type: none">• Varsol• Etanol• 20 l de agua de los 88,0 l medidos | Equipo de mezclado | Operario |

| | | |
|--|------------------|----------|
| anteriormente. | | |
| <p>3. Segunda Dosificación: El operario da marcha al proceso de mezclado y continua con la dosificación de las materias primas en el siguiente orden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solución 1. • Carbopol. • Solución 2. • Agua restante, 58 l. | Equipo de mezcla | Operario |
| <p>4. Control del tiempo de mezclado: Una vez terminada la actividad anterior, el operario debe tomar medida del tiempo de mezclado, dejando el proceso por un periodo de 40 minutos en agitación continua. Posteriormente se apaga el equipo de mezclado.</p> | | Operario |

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas en este trabajo de investigación son las siguientes:

1. Se determinó que la mejor formulación, que se recomienda a la empresa DESINFECTANTES DELICIAS, para producir el Varsol Ecológico con alto poder detergente es: varsol máximo de 16.6% v/v, trietanolamina mínima de 0.41% v/v, nonilfenol máximo de 4.15%v/v y un tiempo de mezclado de 40 minutos. Las demás variables no se modifican.
2. La nueva formulación para producir el Varsol Ecológico en la empresa DESINFECTANTES DELICIAS resulta \$100/litro más costosa, de acuerdo al análisis económico este costo es asumible dado que el margen de utilidad es lo suficientemente amplio. Así mismo, el precio de venta del varsol ecológico de DESINFECTANTES DELICIAS es inferior al precio de la competencia y el poder detergente del producto aumenta más de tres veces lo que justifica implementar la nueva formulación.
3. Para la comercialización del Varsol Ecológico que produce la empresa DESINFECTANTES DELICIAS es indispensable suministrar la ficha técnica del producto, razón por la cual se realizó su caracterización fisicoquímica.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

BAILÓN MORENO, R. (2003). Ingeniería del Conocimiento y Vigilancia Tecnológica Aplicada a la Investigación en el Campo de los Tensoactivos. Desarrollo de un Modelo Ciencimetrico Unificado. Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Granada.

DOMINGUEZ, J.J.G. (1986). Tensioactivos y Detergencia. Editorial Dossat, S.A., Madrid, 166 p.

BRIGITTE, A. (Inventor). Patente E92304513 de 19-05-92. Titulo: Composiciones Detergentes tipo gel, sin fosfatos, para lavavajillas automáticos. Solicitante: Colgate-Palmolive Company.

YOU, J.F.; CARAVAJAL, G.S.; HAEGGBERG, D.J (Inventores). Patente E94930703 de 11-10-1994. Titulo: Composición para lavavajillas automáticos compactos, sin fosfatos que tienen un perfil controlado de pH. Solicitante: The Procter & Gamble Company.

SADLOWSKY, E.S (inventor). Patente E94931336 de 11-10-1994. Titulo: Control de la precipitación de carbonato de calcio en un lavavajillas automático. Solicitante: The Procter & Gamble Company.

MACBEATH, F.S.; SMITH, A.M.; J.F.; CARAVAJAL, G.S.; HAEGGBERG, D.J. (Inventores). Patente E95901074 de 28-10-1994. Titulo: Composición detergentes. Solicitante: The Procter & Gamble Company.

TAYLOR, T.J.; RICHTER, A.F. (Inventores). Patente US5798329 de 25-081998. Título: Germicidad Liquid Laundry Detergent Compositions. Solicitante: RECKITT & COLMAN INC (EE.UU).

WILHELM, K.; FISHER, P.G. (1987). Detergents. En: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. VCH, 5a Ed. Vol A8, Cap 10, p. 408.

DAVIS, A.N.; MORTON, S.A.; COUNCE, R.M.; DePAOLI, D.W.; HU, M.Z.C (2003). Ionic Strength Effect on Hexadecane Contact angles on a gold-coated glass surface in ionic surfactant solutions. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, no. 221, p. 69.

WOOLLATT, E. (1985). The Manufacture of Soaps, other Detergents and Glycerine. John Wiley & Sons, p. 473.

MIZUNO, W.G. (1981). Diswashing, En: CUTLER, W.G., DAVIS, R.C. (ed) Detergency. Theory and Test Methods. Sufactant Science Series, Parte III, Cap. 21, P. 815.

MANKOWICH, A.M. (1962). Correlation of Hard Surface Detergency, Soild and Surfactant. The Journal of the American Oil Chemists Society. Vol. 39 p.206.

SACHDEV, A., KRISHNAN, S. (1997). Heavy-Duty Liquid Detergent. En: LAI, K.Y. (ed). Liquid Detergents. Surfactant Science Series, vol. 67, Cap. 8, p. 261.

JAKOBI, G.; **LÖHR, A.**, (1987). Detergents, En: KAUNDY, L.; PFEFFERKORN, R.; ROUNSAVILLE, J.F. (ed). Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry. VCH, 5a. Ed., Vol. A8, Cap. 1, p. 297.

KISSA, E. (1987). Evaluation of Detergency; Kinetics and Mechanisms of Soiling Detergency. En: CUTLER, W.G., KISSA, E. (ed). Detergency: Theory and Technology, Surfactant Science Series, vol. 20, Marcel Dekker Inc. Cap. 1, p. 3.

RODRÍGUEZ, JOSÉ ANTONIO.

www.interempresas.net/quimica/articulos

SURATED. HOJA DE SEGURIDAD, VARSOL

<http://www.suratep.com/cistema/hojas/varsol.pdf>, 2003

ANEXOS

ANEXO A

DISEÑO DE EXPERIMENTOS: Muestras de Varsol ecológico

Los datos registrados en las tablas a continuación son para 800 cc de **varsol ecológico**.

Varsol -1

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Varsol mínimo | 8,3% v/v | 66,4 ml |
| TEA mínima | 0,41% v/v | 3,28 ml |
| Nf mínimo | 2,49% | 19,92 ml |
| Tiempo de Operación | | 20 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 663,93 ml |

Tabla 1. Diseño experimental varsol -1.

Varsol a

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Varsol máximo | 166,6% v/v | 132,8 ml |
| TEA mínima | 0,41% v/v | 3,28 ml |
| Nf mínimo | 2,49% | 19,92 ml |
| Tiempo de Operación | | 20 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 597,53 ml |

Tabla 2. Diseño experimental varsol a.

Varsol b

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Varsol mínimo | 8,3% v/v | 66,4 ml |
| TEA máxima | 0,581% v/v | 4,648 ml |
| Nf mínimo | 2,49% | 19,92 ml |
| Tiempo de Operación | | 20 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 662,56 ml |

Tabla 3. Diseño experimental varsol b.**Varsol ab**

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Varsol máximo | 16,6% v/v | 132,48 ml |
| TEA máxima | 0,581% v/v | 4,648 ml |
| Nf mínimo | 2,49% | 19,92 ml |
| Tiempo de Operación | | 20 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 596,16 ml |

Tabla 4. Diseño experimental varsol ab.

Varsol c

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Varsol mínimo | 8,3% v/v | 66,4 ml |
| TEA mínima | 0,41% v/v | 3,28 ml |
| Nf máximo | 4,15% | 33,2 ml |
| Tiempo de Operación | | 20 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 650,648 ml |

Tabla 5. Diseño experimental varsol c.**Varsol ac**

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Varsol máximo | 16,6% v/v | 132,8 ml |
| TEA mínima | 0,41% v/v | 3,28 ml |
| Nf máximo | 4,15% | 33,2 ml |
| Tiempo de Operación | | 20 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 584,25 ml |

Tabla 6. Diseño experimental varsol ac.**Varsol bc**

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Varsol mínimo | 8,3% v/v | 66,4 ml |
| TEA máximo | 0,581% v/v | 4,648 ml |
| Nf máximo | 4,15% | 33,2 ml |
| Tiempo de Operación | | 20 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |

| | | |
|----------|----------------------------|-----------|
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 649,48 ml |

Tabla 7. Diseño experimental varsol bc.

Varsol abc

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Varsol máximo | 16,6% v/v | 132,8 ml |
| TEA máximo | 0,581% v/v | 4,648 ml |
| Nf máximo | 4,15% | 33,2 ml |
| Tiempo de Operación | | 20 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 582,88 ml |

Tabla 8. Diseño experimental varsol abc.

Varsol d

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Varsol mínimo | 8,3% v/v | 66,4 ml |
| TEA mínima | 0,41% v/v | 3,28 ml |
| Nf mínimo | 2,49% | 19,92 ml |
| Tiempo de Operación | | 40 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 663,93 ml |

Tabla 9. Diseño experimental varsol d.

Varsol ad

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Varsol máximo | 16,6% v/v | 132,8 ml |
| TEA mínima | 0,41% v/v | 3,28 ml |
| Nf mínimo | 2,49% | 19,92 ml |
| Tiempo de Operación | | 40 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |

| | | |
|----------|----------------------------|-----------|
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 597,53 ml |

Tabla 10. Diseño experimental varsol ad.

Varsol bd

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Varsol mínimo | 8,3% v/v | 66,4 ml |
| TEA máximo | 0,581% v/v | 4,648 ml |
| Nf mínimo | 2,49% | 19,92 ml |
| Tiempo de Operación | | 40 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 662,56 ml |

Tabla 11. Diseño experimental varsol bd.

Varsol abd

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Varsol máximo | 16,6% v/v | 132,8 ml |
| TEA máximo | 0,581% v/v | 4,648 ml |
| Nf mínimo | 2,49% | 19,92 ml |
| Tiempo de Operación | | 40 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 596,16 ml |

Tabla 12. Diseño experimental varsol abd.

Varsol cd

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Varsol mínimo | 8,3% v/v | 66,4 ml |
| TEA mínima | 0,41% v/v | 3,28 ml |
| Nf máximo | 4,15% | 33,2 ml |
| Tiempo de Operación | | 40 minutos |

| | | |
|-----------|----------------------------|-----------|
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 650,65 ml |

Tabla 13. Diseño experimental varsol cd.

Varsol acd

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Varsol máximo | 16,6% v/v | 132,8 ml |
| TEA mínima | 0,41% v/v | 3,28 ml |
| Nf máximo | 4,15% | 33,2 ml |
| Tiempo de Operación | | 40 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 584,25 ml |

Tabla 14. Diseño experimental varsol acd.

Varsol bcd

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Varsol mínimo | 8,3% v/v | 66,4 ml |
| TEA máximo | 0,581% v/v | 4,648 ml |
| Nf máximo | 4,15% | 33,2 ml |
| Tiempo de Operación | | 40 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 649,28 ml |

Tabla 15. Diseño experimental varsol bcd.

Varsol abcd

| Reactivos | Relación (porcentaje) | Cantidad específica |
|---------------|-----------------------|---------------------|
| Varsol máximo | 16,6% v/v | 132,8 ml |
| TEA máximo | 0,581% v/v | 4,648 ml |

| | | |
|---------------------|----------------------------|------------|
| Nf máximo | 4,15% | 33,2 ml |
| Tiempo de Operación | | 40 minutos |
| Silicona | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Fragancia | 0,01245 l silicona/l total | 9,96 ml |
| Etanol | 0,03319 l etanol/l total | 26,552 ml |
| M.P.S | 1,2448 gr MPS/l total | 0,996 gr |
| Carbopol | 2,4896 gr Carbopol/l total | 1,992 gr |
| Agua | 0,7469 l agua/l total | 582,88 ml |

Tabla 16. Diseño experimental varsol abcd.

ANEXO B

PROCEDIMIENTO DETALLADO DEL LAVADO

1) Elaboración de probetas de tela

Las probetas consistían en fragmentos de tela Dacron (70% algodón y 30% poliéster) de 30X30 cm de color blanco.

2) Adición de grasa

Con la ayuda de una jeringa se adicionaron 2 ml de grasa roja lubricante a cada una de las probetas de tela que fueron pesadas antes y después de la impregnación con grasa.

3) Preparación de la solución de lavado

Se midieron 30 cc de **varsol ecológico** los cuales fueron adicionados posteriormente al tanque de lavado.

4) Lavado

En un tanque plástico provisto por un agitador acondicionado a 475 rpm se introdujeron la probeta de tela con grasa y los 30 cc de **varsol ecológico** manteniendo en agitación continua por un periodo de 10 minutos. Finalmente se recogieron las aguas de lavado en un recipiente de vidrio (erlenmeyer) para su posterior análisis.

DETERMINACION DEL PODER DETERSIVO

Mediante la técnica de la norma D 5520 de la ASTM se determino la cantidad de grasas retiradas en cada uno de los experimentos.

La norma especifica los siguientes equipos y reactivos:

Equipos

- Embudo de separación de 2 l con llave de teflón.
- Frasco destilador, 125 ml.
- Embudo de vidrio.
- Papel filtro franja blanca de 11 cm de diámetro.
- Centrifuga (compact II centrifugue de 3380 rpm).
- Tubos para centrifuga, 20 ml.
- Baño de agua, a una temperatura constante de 85°C.
- Bomba de vacío u otro recurso de vacío.
- Adaptador de destilación con punta de goteo.
- Baño de hielo.
- Vasos de precipitados de 1000 ml.
- Recipiente para recoger los desechos.
- Desecador.
- Plancha de calentamiento.
- Soporte universal.

Reactivos

- Acido sulfúrico analítico.
- n-hexano.
- Sulfato de sodio anhidro.

Procedimiento

1. Acidificación de la muestra con acido sulfúrico a un pH igual o inferior a 2.0 (generalmente 5 ml de acido sulfúrico son suficientes para acidificar 1 L de muestra).
2. Traspaso de la muestra acidificada al embudo de separación.
3. Lavado del erlenmeyer que contenía la muestra inicial con 30 ml de n-hexano y transferencia al embudo de separación.
4. Agitación vigorosa por 2 minutos del embudo de separación despresurizando regularmente y dejar reposar por al menos 10 minutos.
5. Separación de la fase acuosa de la fase orgánica y traspaso de esta última a los tubos de centrifugado.
6. Centrifugado por 5 minutos a 3380 rpm y separación del agua remanente.
7. Evaporación y recuperación del n-hexano a 85°C.
8. Pesado de la grasa remanente en el vaso de destilación.

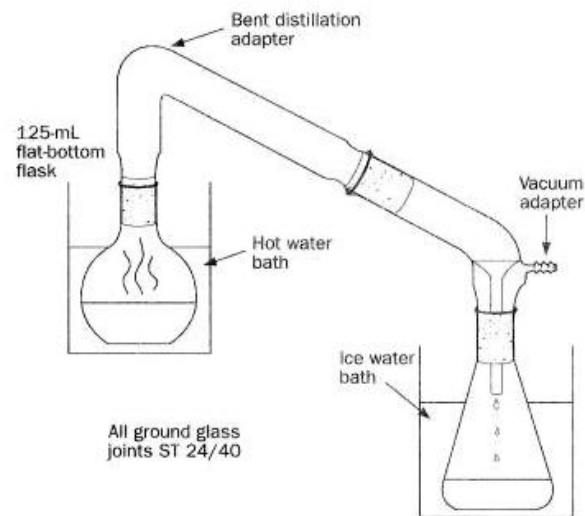


Figura 1. Montaje recuperación de hexano

ANEXO C

CARACTERIZACION DEL VARSOL ECOLÓGICO

Determinación de Densidad

La valoración de la densidad se efectuó por medio de un picnómetro y una balanza analítica. El procedimiento necesario consistió en pesar un picnómetro seco y luego llenarlo con la muestra al volumen marcado. El nuevo peso del picnómetro lleno nos permitirá saber la masa del fluido medido y en consecuencia determinar la densidad.

Volumen del picnómetro: 2 ml.

Peso del picnómetro limpio: 5,7495 g.

Peso del picnómetro con muestra: 7,6199 g.

Peso de la muestra = peso de picnómetro limpio – peso de picnómetro con muestra

Peso de la muestra = 7,6199 – 5,7495 = **1,8704 g.**

Densidad = (peso de la muestra)/(volumen del picnómetro)

Densidad = 1,8704/2.

Densidad V.E = 0,9352 g/ml

Determinación de pH

La valoración del pH del varsol ecológico se efectuó mediante el uso de papel indicador de pH. Dando como resultado un pH entre **7** y **8** aproximadamente, esta medición se efectuó sobre el producto puro.



Figura 2. Valoración de pH

Determinación de viscosidad

La valoración de la viscosidad del varsol ecológico se efectuó en el viscosímetro Brookfield.



a)

| | |
|--------------------|----------|
| Aguja | No 34 |
| rpm | 10 a 140 |
| Temperatura | 25 °C |
| No Lecturas | 12 |

b)

Figura 3. a) Viscosímetro brookfield, b) condiciones de medida

| Medida de Viscosidad del <i>Varsol Ecológico</i> | | | | | |
|--|----------|-----|------------|-----------------|---|
| No lecturas | No aguja | rpm | % medición | Viscosidad (cP) | Esfuerzo de corte τ (D/cm ²) |
| 1 | 34 | 10 | 28,2 | 18048 | 505,3 |
| 2 | 34 | 20 | 34,1 | 10912 | 611,1 |
| 3 | 34 | 30 | 38,4 | 8192 | 688,1 |
| 4 | 34 | 40 | 41,9 | 6704 | 750,8 |
| 5 | 34 | 50 | 45 | 5760 | 806,4 |
| 6 | 34 | 60 | 47,7 | 5088 | 854,8 |
| 7 | 34 | 70 | 50,3 | 4599 | 901,4 |
| 8 | 34 | 80 | 52,6 | 4208 | 942,6 |
| 9 | 34 | 90 | 54,8 | 3897 | 982 |
| 10 | 34 | 100 | 56,9 | 3642 | 1020 |
| 11 | 34 | 120 | 60,5 | 3227 | 1084 |
| 12 | 34 | 140 | 63,9 | 2921 | 1145 |

Tabla 17. Datos reportados por el viscosímetro

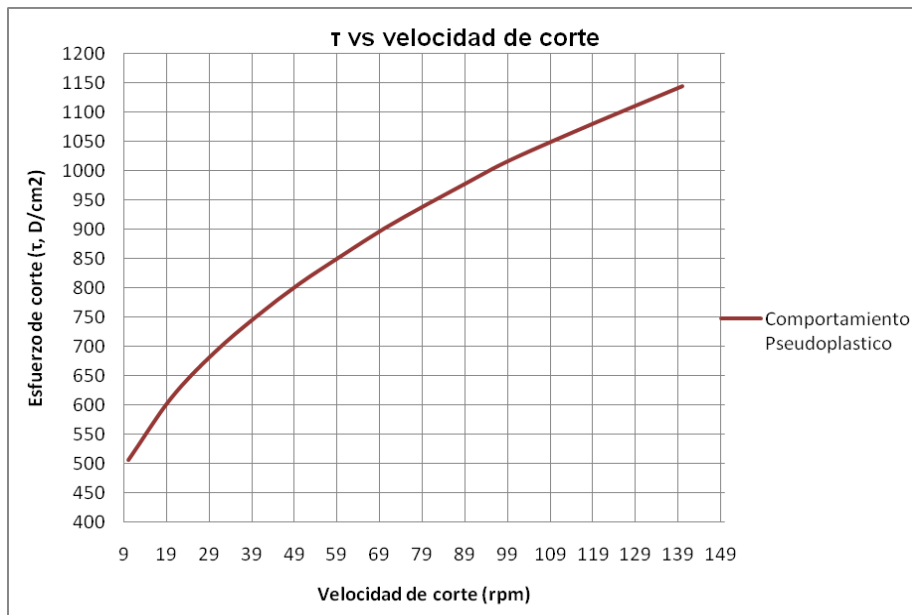


Figura 4. Esfuerzo de corte (τ) vs velocidad de corte (rpm)

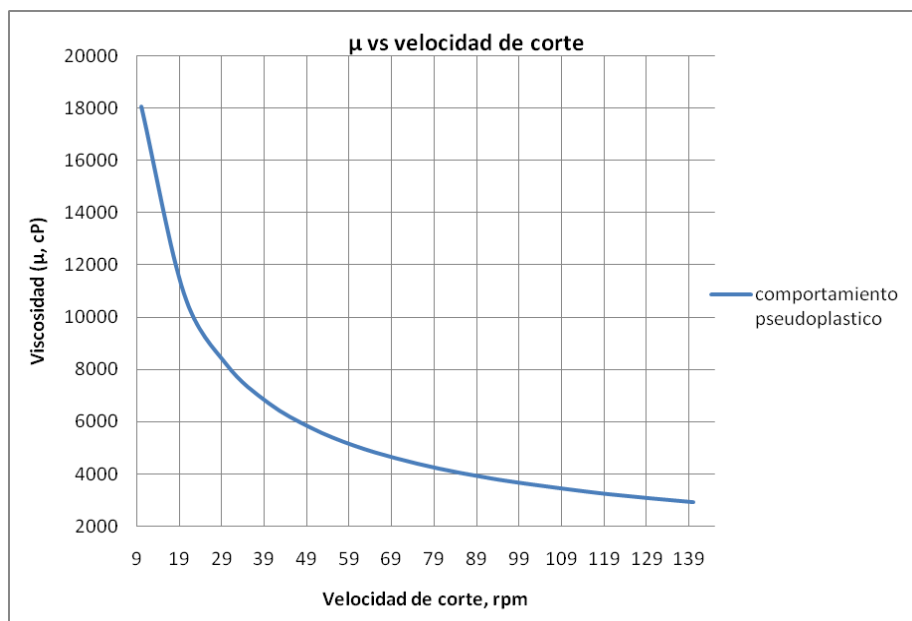


Figura 5. Viscosidad (μ) vs velocidad de corte (rpm)

De acuerdo a la forma general que presentan las curvas anteriores se deduce un comportamiento Pseudoplástico.

Determinación del punto de ebullición

La determinación del punto de ebullición se evaluó mediante la aplicación de la técnica del tubo capilar.

Determinación de la Biodegradabilidad

Una de las maneras de determinar tensoactivos aniónicos en agua es mediante el método 5540 C de Standar Methods, que determina la cantidad de sustancias reaccionantes con el azul de metileno. Este es el método

corriente que es usado en los laboratorios del CEIAM, quienes se encargaron de ejecutar las determinaciones.

Para la preparación y toma de las muestras fue necesario tomar y almacenar aguas residuales del lavado con Varsol ecológico en un ambiente controlado. Esto consistió en mantener tales aguas en un tanque inerte con agitación regular (una vez al día por 20 minutos) para permitir la aireación y bajo el efecto de la luz directa del sol durante tres horas diarias aproximadamente, para semejar los efectos que en condiciones normales experimentan las aguas de desecho que se liberan al sistema de alcantarillado.

Las aguas de desecho que son liberadas en el sistema de alcantarillado son expuestas a medios bacterianos y químicos diversos lo que retarda o acelera la Biodegradación. Las condiciones en las que se mantuvo el agua de lavado permitieron un seguimiento controlado sin interferencias por cargas químicas o bacterianas adicionales.

Las muestras fueron tomadas los días 1, 5 y 10.

FICHA TECNICA Y DE SEGURIDAD

PRODUCTO:

VAR SOL ECOLÓGICO

FABRICANTE: **DELICIAS, LIMPIADOR DESINFECTANTE**

PROVEEDOR: **DELICIAS, LIMPIADOR DESINFECTANTE**

E-mail: gerencia@desinfectantesdelicias.com

GENERALIDADES

VAR SOL ECOLÓGICO es un desengrasante de uso domestico e industrial hidrosoluble, fabricado para limpieza de superficies impregnadas con aceites y grasas. Por sus características solvente y no combustible reemplaza el uso de otros solventes, evitando el riesgo de incendio.

VAR SOL ECOLÓGICO remueve aceites, grasas y suciedad de las superficies metálicas, baldosín, mármol, textiles y plástico. No daña el color de los textiles, la pintura ni los sellos de caucho.

APLICACIONES

Aplíquelo puro para sacar la grasa en cocinas, estufas, neveras, lavadoras, automóviles, motos y en general cualquier tipo de superficie. Aplíquelo en dilución para limpiar pisos y prendas de vestir.

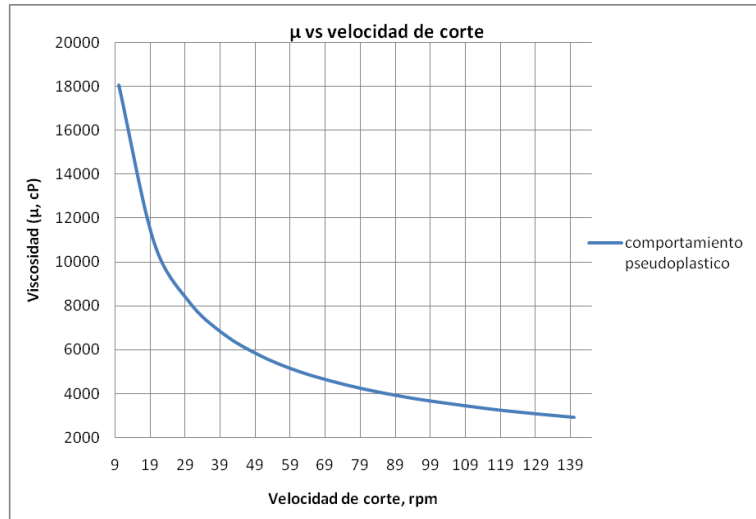
1. CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

| | |
|--------------------------|---|
| Nombre comercial: | VAR SOL ECOLOGICO |
| Nombre químico: | Desengrasante |
| Tipo de producto: | Solvente |
| Composición: | Tensoactivos, Disolvente, Silicona, Emulsificante, Fragancia. |

2. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

| | |
|-----------------------------|--|
| Estado Físico: | Líquido Viscoso |
| Apariencia: | Líquido brillante no translucido |
| Color: | Blanco |
| Olor: | Característico a la fragancias (canela ó floral) |
| Solubilidad en agua: | Soluble |
| Inflamabilidad: | No presenta |
| Punto de ebullición: | 92°C 1 atm |
| Densidad: | 0,9352 ± 0.01 g/ml |
| pH al 100%: | 7 – 8 |
| Viscosidad: | Comportamiento <i>Pseudoplástico</i> |

Comportamiento pseudoplástico



3. EMPAQUE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO

El varsol ecológico se encuentra disponible en la presentación de 150 cc, 250 cc, 400 cc, 500 cc, 850 cc, 2000 cc y 4000 cc.

Estabilidad del producto: El producto puede permanecer hasta 1 año en almacenamiento.

Incompatibilidad en el almacenaje: Ninguna.

Riesgos:

| CATEGORIA | |
|-----------|---|
| Toxico | |
| Nocivo | X |

| | |
|------------|--|
| Oxidante | |
| Corrosivo | |
| Inflamable | |
| Inocuo | |

Grado de riesgo:

| | |
|------------|---|
| Alto | |
| Medio | |
| Bajo | X |
| Sin riesgo | |

4. RECOMENDACIÓN

No es comburente, no produce incendios ni explosiones.

5. PELIGRO PARA LA SALUD

Los vapores tienen bajo grado de toxicidad. El producto es nocivo por ingestión.

6. DISPOSICION FINAL

Producto: Aplicar abundante agua antes de revertir a fuentes de agua.

Envases: Puede ser reutilizado después de enjuagar con agua. No útil para almacenar productos alimenticios.

Derrames: Recoger con material absorbente, aplicar abundante agua.

7. SINTOMAS DE INTOXICACIÓN

Solo existe peligro de intoxicación por ingestión.

Intoxicación severa: Vista nublada, malestar estomacal, nauseas, diarrea.

8. PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los ojos: Puede producir irritación, enjuagar con abundante agua por 15 minutos y llevar al médico.

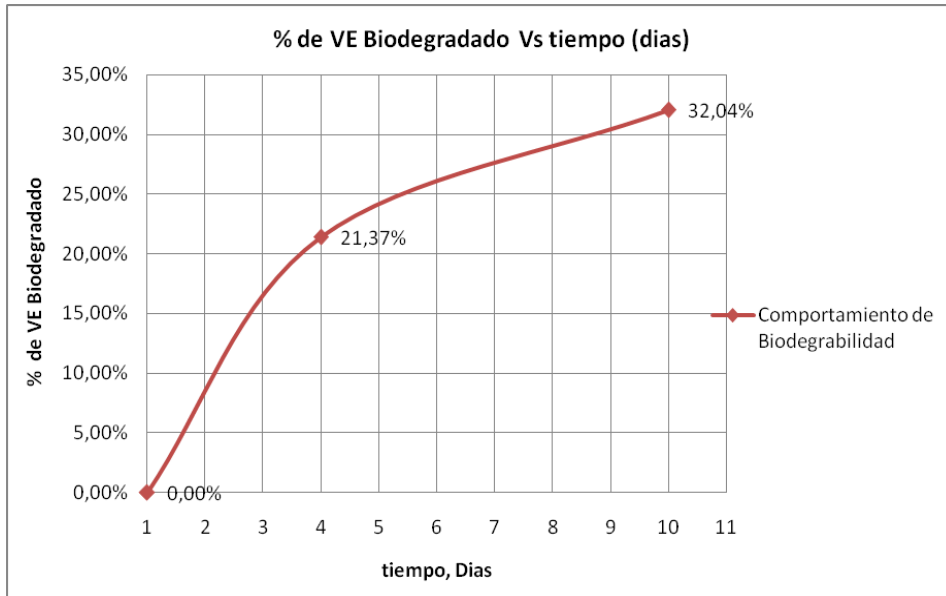
Contacto con la piel: No causa resequedad al contacto con la piel

Ingestión: Llevar inmediatamente al médico. No inducir el vomito.

Inhalación: Los vapores presentan bajo grado de toxicidad.

9. BIODEGRABILIDAD

| BIODEGRABILIDAD EN AGUAS DE LAVADO | | |
|------------------------------------|-------------------------|---|
| Producto | Norma aplicada | % de VE Biodegradado |
| VAR SOL ECOLOGICO | ESTANDAR METHODS 5540 C | 32.04 %, después de 10 días de exposición en aguas residuales |



ESTA INFORMACIÓN TIENE CARÁCTER ORIENTATIVO. TODO DAÑO O PERJUICIO OCACIONAL AL MANEJO INADECUADO POR PARTE DEL USUARIO, NO ES RESPONSABILIDAD DEL FABRICANTE.

ANEXO D

**COMPARATIVO DE COSTOS DE LAS FORMULACIONES DE VE
IMPLEMENTADAS EN EL DESARROLLO EXPERIMENTAL.**

A continuación se muestran los costos fijos de la producción de cada una de las muestras de Varsol ecológico implementadas en el desarrollo experimental. Estos valores corresponden a los precios actuales de las materias primas usadas por formulación, más los costos asociados a la energía necesaria, la mano de obra y el agua usada. Esto significa que el costo total por formulación mostrado corresponde hasta el producto obtenido embasado a granel.

Tablas de costos de producción por formulación de VE para tiempo de operación de 20 minutos.

| Costo de producción del Varsol -1 (\$/cochada) | | | | |
|--|--------------|------------------------------------|--|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 66,4 | 10,0015 | 20003,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 3,28 | 0,49405 | 3458,350 |
| NF (lt) | 6000 | 19,92 | 3,00045 | 18002,700 |
| SILICONA(lt) | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL(lt) | 1200 | | | |
| FRAGANCIA(lt) | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos(recurso humano, electricidad, agua, embalaje.) | | | | 23000 |
| | | | | 164964,050 |

Tabla 17. Costo producción Varsol -1.

| Costo de producción del Varsol a (\$/cochada) | | | | |
|---|-------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 132,8 | 20,003 | 40006,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 3,28 | 0,49405 | 3458,350 |
| NF (lt) | 6000 | 19,92 | 3,00045 | 18002,700 |
| SILICONA(lt) | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL(lt) | 1200 | | | |
| FRAGANCIA(lt) | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos(recurso humano, electricidad, agua, embalaje.) | | | | |
| | | | | 184967,050 |

Tabla 18. Costo producción Varsol a.

| Costo de producción del Varsol b (\$/cochada) | | | | |
|--|-------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 66,4 | 10,0015 | 20003,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 4,648 | 0,700105 | 4900,735 |
| NF (lt) | 6000 | 19,92 | 3,00045 | 18002,700 |
| SILICONA(lt) | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL(lt) | 1200 | | | |
| FRAGANCIA(lt) | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos (recurso humano, electricidad, agua, embalaje.) | | | | |
| | | | | 166406,435 |

Tabla 19. Costos producción Varsol b

| Costo de producción del Varsol ab (\$/cochada) | | | | |
|--|-------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 132,8 | 20,003 | 40006,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 4,648 | 0,700105 | 4900,735 |
| NF (lt) | 6000 | 19,92 | 3,00045 | 18002,700 |
| SILICONA | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL | 1200 | | | |
| FRAGANCIA | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos (recurso humano, electricidad, agua, embalaje.) | | | | 23000 |
| | | | | 186409,435 |

Tabla 20. Costos producción Varsol ab

| Costo de producción del Varsol c (\$/cochada) | | | | |
|--|-------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 66,4 | 10,0015 | 20003,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 3,28 | 0,49405 | 3458,350 |
| NF (lt) | 6000 | 33,2 | 5,00075 | 30004,500 |
| SILICONA | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL | 1200 | | | |
| FRAGANCIA | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos (recurso humano, electricidad, agua, embalaje.) | | | | 23000 |
| | | | | 176965,850 |

Tabla 21. Costos producción Varsol c

| Costo de producción del Varsol ac (\$/cochada) | | | | |
|--|-------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 132,8 | 20,003 | 40006,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 3,28 | 0,49405 | 3458,350 |
| NF (lt) | 6000 | 33,2 | 5,00075 | 30004,500 |
| SILICONA | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL | 1200 | | | |
| FRAGANCIA | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos (recurso humano, electricidad, agua, embalaje.) | | | | 23000 |
| | | | | 196968,850 |

Tabla 22. Costos producción Varsol ac

| Costo de producción del Varsol bc (\$/cochada) | | | | |
|--|-------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 66,4 | 10,0015 | 20003,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 4,648 | 0,700105 | 4900,735 |
| NF (lt) | 6000 | 33,2 | 5,00075 | 30004,500 |
| SILICONA | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL | 1200 | | | |
| FRAGANCIA | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos (recurso humano, electricidad, agua, embalaje.) | | | | 23000 |
| | | | | 178408,235 |

Tabla 23. Costos producción Varsol bc

| Costo de producción del Varsol abc (\$/cochada) | | | | |
|--|-------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 132,8 | 20,003 | 40006,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 4,648 | 0,700105 | 4900,735 |
| NF (lt) | 6000 | 33,2 | 5,00075 | 30004,500 |
| SILICONA | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL | 1200 | | | |
| FRAGANCIA | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos (recurso humano, electricidad, agua, embalaje.) | | | | |
| | | | | 198411,235 |

Tabla 24. Costos producción Varsol abc

Tablas de costos de producción por formulación de VE para tiempo de operación de 40 minutos.

| Costo de producción del Varsol d (\$/cochada) | | | | |
|--|-------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 66,4 | 10,0015 | 20003,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 3,28 | 0,49405 | 3458,350 |
| NF (lt) | 6000 | 19,92 | 3,00045 | 18002,700 |
| SILICONA | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL | 1200 | | | |
| FRAGANCIA | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos (recurso humano, electricidad, agua, embalaje.) | | | | |
| | | | | 166613,690 |

Tabla 25. Costos producción Varsol d

| Costo de producción del Varsol ad (\$/cochada) | | | | |
|--|-------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 132,8 | 20,003 | 40006,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 3,28 | 0,49405 | 3458,350 |
| NF (lt) | 6000 | 19,92 | 3,00045 | 18002,700 |
| SILICONA | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL | 1200 | | | |
| FRAGANCIA | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos (recurso humano, electricidad, agua.) | | | | |
| | | | | 186816,720 |

Tabla 26. Costos producción Varsol ad

| Costo de producción del Varsol bd (\$/cochada) | | | | |
|--|-------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 66,4 | 10,0015 | 20003,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 4,648 | 0,700105 | 4900,735 |
| NF (lt) | 6000 | 19,92 | 3,00045 | 18002,700 |
| SILICONA | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL | 1200 | | | |
| FRAGANCIA | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos (recurso humano, electricidad, agua.) | | | | |
| | | | | 168070,500 |

Tabla 27. Costos producción Varsol bd

| Costo de producción del Varsol abd (\$/cochada) | | | | |
|--|-------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 132,8 | 20,003 | 40006,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 4,648 | 0,700105 | 4900,735 |
| NF (lt) | 6000 | 19,92 | 3,00045 | 18002,700 |
| SILICONA | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL | 1200 | | | |
| FRAGANCIA | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos (recurso humano, electricidad, agua.) | | | | |
| | | | | 188273,530 |

Tabla 28. Costos producción Varsol abd

| Costo de producción del Varsol cd (\$/cochada) | | | | |
|--|-------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 66,4 | 10,0015 | 20003,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 3,28 | 0,49405 | 3458,350 |
| NF (lt) | 6000 | 33,2 | 5,00075 | 30004,500 |
| SILICONA | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL | 1200 | | | |
| FRAGANCIA | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos (recurso humano, electricidad, agua.) | | | | |
| | | | | 178735,530 |

Tabla 29. Costos producción Varsol cd

| Costo de producción del Varsol acd (\$/cochada) | | | | |
|--|-------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 132,8 | 20,003 | 40006,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 3,28 | 0,49405 | 3458,350 |
| NF (lt) | 6000 | 33,2 | 5,00075 | 30004,500 |
| SILICONA | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL | 1200 | | | |
| FRAGANCIA | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos (recurso humano, electricidad, agua.) | | | | |
| | | | | 198938,540 |

Tabla 30. Costos producción Varsol acd

| Costo de producción del Varsol bcd (\$/cochada) | | | | |
|--|-------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 66,4 | 10,0015 | 20003,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 4,648 | 0,700105 | 4900,735 |
| NF (lt) | 6000 | 33,2 | 5,00075 | 30004,500 |
| SILICONA | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL | 1200 | | | |
| FRAGANCIA | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos (recurso humano, electricidad, agua.) | | | | |
| | | | | 180192,320 |

Tabla 31. Costos producción Varsol bcd

| Costo de producción del Varsol abcd (\$/cochada) | | | | |
|--|-------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | Costo | Cantidad/ 800 ml Varsol | conversión a cochada (120,5 lt) | \$/cochada |
| Varsol (lt) | 2000 | 132,8 | 20,003 | 40006,000 |
| TEA (lt) | 7000 | 4,648 | 0,700105 | 4900,735 |
| NF (lt) | 6000 | 33,2 | 5,00075 | 30004,500 |
| SILICONA | 14000 | 1 | 1 | 100500,000 |
| ETANOL | 1200 | | | |
| FRAGANCIA | 37200 | | | |
| MPS (kg) | 36000 | | | |
| CARBOPOL (kg) | 45000 | | | |
| Otros Costos (recurso humano, electricidad, agua.) | | | | 24984,115 |
| | | | | 200395,350 |

Tabla 31. Costos producción Varsol abcd

| Tabla de costos | |
|----------------------|---------------------------|
| Experimento | (\$/Cochada 24,1 galones) |
| -1 | 164964,050 |
| a | 184967,050 |
| b | 166406,435 |
| ab | 186409,435 |
| c | 176062,100 |
| ac | 196065,100 |
| bc | 178408,235 |
| abc | 198411,235 |
| d | 166613,6905 |
| ad | 186816,7205 |
| bd | 168070,4994 |
| abd | 188273,5294 |
| cd | 178735,5085 |
| acd | 198938,5385 |
| bcd | 180192,3174 |
| abcd | 200395,3474 |
| Varsol actual | 186816,6700 |

Tabla 32. Resumen de costos por formulación del VE.