



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA**



---

**Tema:**

**Desarrollo de un desengrasante de manos en espuma a partir de aceite esencial de cortezas de naranja (*Citrus spp.*) para el Laboratorio Génesis LABGENESIS Cía. Ltda.**

---

Trabajo de Titulación, modalidad Propuesta Tecnológica, previa la obtención del Título de Ingeniera Bioquímica, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

**Autora:** Mayra Alexandra Telenchana Telenchana

**Tutor:** Ph.D. Orestes Darío López Hernández

Ambato – Ecuador

Abril – 2017

## APROBACIÓN POR EL TUTOR

**Ph.D. Orestes Darío López Hernández**

### **CERTIFICA:**

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación modalidad Propuesta Tecnológica, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 15 de Febrero del 2017.



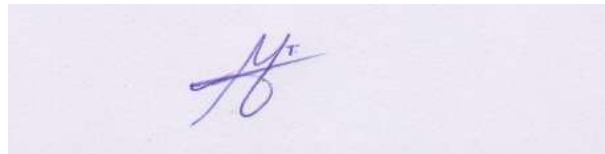
Ph. D. Orestes López Hernández

C.I. 1754784864

TUTOR

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Mayra Alexandra Telenchana Telenchana, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Proyecto de Investigación, previo la obtención del título de Ingeniera Bioquímica son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas.



Mayra Alexandra Telenchana Telenchana

C.I. 1804389789

**AUTORA**

## APROBACIÓN DE LOS MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

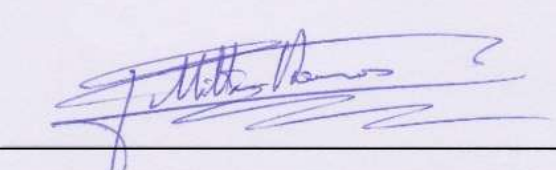
Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Propuesta Tecnológica, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Por constancia firman:



---

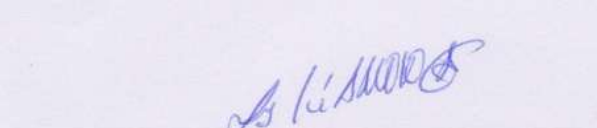
Presidente del Tribunal



---

Ph. D. Milton Rubén Ramos Moya

C.I.1801119635



---

Ing. Manolo Alexander Córdova Suárez Mg.

C.I. 1802842508

Ambato, 23 de Marzo del 2017.

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga del presente Trabajo de Titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación con fines de difusión pública, además apruebo su reproducción parcial o total dentro de las regulaciones de la Universidad Ecuatoriana, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



---

Mayra Alexandra Telenchana Telenchana

C.I. 1804389789

**AUTORA**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios por brindarme cada día una oportunidad de vida y haberme dado las fuerzas necesarias para llegar hasta esta etapa importante de mi formación académica.

A mis padres, Geovani y Narcisa por su esfuerzo y apoyo diario, por haber hecho de mí una mujer de valores y decisiones, por su ejemplo de perseverancia ante todo momento, pero sobre todo les dedico este trabajo por su amor incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, quien es el guía del camino de mi vida y me ha bendecido con sabiduría y paciencia para alcanzar cada una de mis metas.

A mi padres, Geovani y Narcisa por sus consejos, apoyo y amor incondicional durante toda mi formación académica, a mi hermana Paulina por ser mi mejor amiga y a mi hermano Daniel por ser la alegría de mi familia.

A mis amigos y primos con quienes eh compartido momentos inolvidables de mi vida lleno de alegrías, tristezas, emociones y risas; especialmente a mi mejor amigo y novio Henry quien con su amor y confianza ha sido mi compañía y apoyo durante toda mi vida universitaria.

A mis compañeros y amigos de aula, con quienes eh compartido gratos recuerdos dentro y fuera de la universidad, quienes han hecho de esta travesía inolvidable.

A todo el equipo de trabajo de Laboratorio GÉNESIS LABGÉNESIS Cía. Ltda. especialmente a Ing. Marco Jadán, Ing. Marthita Viera y Dra. Aída Guerrero, quienes me han brindado su amistad y la oportunidad de desempeñarme profesionalmente y permitir realizar mi trabajo de titulación en su prestigiosa empresa.

A los docentes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos quienes supieron compartir sus conocimientos para mi formación profesional.

Y un agradecimiento sincero a mi tutor Dr. Orestes López, por su ejemplo y enseñanzas dentro de las aulas y por su apoyo y amistad durante el desarrollo de este proyecto.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### PÁGINAS PRELIMINARES

Portada .....	I
Aprobación por el autor.....	II
Declaración de autenticidad.....	III
Aprobación del tribunal de grado.....	IV
Derechos de Autor.....	V
Dedicatoria.....	VI
Agradecimiento.....	VII

### TEXTO

#### CAPITULO I

##### EI PROBLEMA

1.1 Tema .....	4
1.2 Justificación .....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General .....	5
1.3.2 Objetivos Específicos .....	5

#### CAPITULO II

##### MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos .....	6
2.2 Hipótesis.....	9
2.2.1 Efecto de la variación de concentración de betaína, propilenglicol, glicerina y lauril éter sulfato sódico sobre al índice de espuma de la formulación cosmética desengrasante de manos. ....	9



2.2.2	Efecto de la formulación cosmética en espuma a partir de aceite esencial de cortezas de naranja sobre el desengrase de manos.....	9
2.3	Señalamiento de las variables de la hipótesis .....	10

### **CAPITULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1	Materiales .....	11
3.2	Métodos.....	11
3.2.1	Obtención del aceite esencial de cortezas de naranja ( <i>Citrus spp.</i> ).....	11
3.2.2	Valoración del principio activo del aceite esencial .....	12
3.2.3	Estudio de formulación del desengrasante .....	15
3.2.4	Estudios de estabilidad .....	16
3.2.5	Determinación de biodegradación del desengrasante .....	16
3.3	Estadística .....	17

### **CAPITULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Análisis y discusión de resultados .....	18
4.1.1	Rendimiento de la obtención del aceite esencial de cortezas de naranja ( <i>Citrus spp.</i> ).....	18
4.1.2	Valoración del principio activo del aceite esencial de naranja ( <i>Citrus spp.</i> )	19
4.1.3	Caracterización físico-química del aceite esencial de naranja .....	23

4.1.4	Estudio de formulación del desengrasante de manos.....	25
4.1.5	Estudios de estabilidad .....	31
4.1.6	Determinación de biodegradación del desengrasante .....	32
4.1.7	Evaluación de la efectividad del producto desengrasante.....	34
4.1.8	Control de calidad del producto terminado.....	37
4.2	Verificación de hipótesis .....	38
4.2.1	Efecto de la variación de concentración de betaína, propilenglicol, glicerina y lauril éter sulfato sódico sobre al índice de la formulación cosmética desengrasante de manos.....	38
4.2.2	Efecto de la formulación cosmética en espuma a partir de aceite esencial de cortezas de naranja sobre el desengrase de manos.....	39

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones .....	40
5.2	Recomendaciones .....	41

### **MATERIAL DE REFERENCIA**

Referencias Bibliográficas .....	42
Anexos .....	46

## INDICE DE TABLAS

Tabla I. Factores utilizados para el diseño factorial 2 <sup>n</sup> .....	15
Tabla II. Métodos empleados para el estudio de estabilidad .....	16
Tabla III. Rendimiento de extracción de aceite esencial de cortezas de naranja ( <i>Citrus</i> spp.) mediante destilación por arrastre con vapor de agua.....	19
Tabla IV. Concentración relativa (%) e identificación por CG/EM de los principales componentes de aceite esencial de cáscara de naranja ( <i>Citrus</i> spp).....	22
Tabla V. Caracterización físico-química del aceite esencial de naranja .....	25
Tabla VI. Índice de espuma de la formulación de desengrasante de manos....	26
Tabla VII. Análisis de varianza para el índice de espuma del desengrasante de manos.....	27
Tabla VIII. Ficha de estabilidad.....	31
Tabla IX. Biodegradación del desengrasante de manos en espuma .....	33
Tabla X. Evaluación de efectividad y aceptación del producto desengrasante.	35
Tabla XI. Rangos de aceptación del producto .....	36
Tabla XII. Control de calidad de desengrasante de mando en espuma.....	37

## INDICE DE FIGURAS

Figura I. Reacción de la prueba de Baeyer.....	13
Figura II. Perfil cromatográfico del aceite esencial de cáscara de naranja (Citrus spp).....	21
Figura III. Prueba de Baeyer en aceite esencial de naranja..	23
Figura IV. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para el índice de espuma del desengrasante.....	28
Figura V. Efectos principales para el índice de espuma..	29
Figura VI. Efectos principales en gráfica de cubos para índice de espuma.....	30
Figura VII. Evaluación de la biodegradación.....	33

## RESUMEN

La aplicación de aceite esencial natural de cortezas de naranja en el desarrollo de una formulación cosmética como desengrasante de manos en espuma por la presencia de limoneno en su composición, es una alternativa de aprovechamiento de desechos sólidos generados en la agroindustrialización de la naranja. Para la presente investigación se extrajo el aceite esencial mediante destilación por arrastre de vapor de agua conociendo la composición del mismo mediante cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masas. El rendimiento de extracción del aceite esencial de naranja fue del  $27,60 \pm 7,31\%$  comprobando la presencia del principal componente de interés, conocido como limoneno con una concentración relativa del 53,09%. Se optimizó la formulación desengrasante con mayor índice de espuma y buena compatibilidad con aceite esencial (5%), betaína (1%), glicerina (0,5%), propilenglicol (5%), lauril éter sulfato sódico (1%), trietanolamina (1%), EDTA (0,01%) y metil parabeno (0,01%) con un pH básico de 8,16, con excelente remoción de grasa y agradable aroma. Se estimó un periodo de un año de vida útil del producto terminado y su biodegradación en aproximadamente 28 días.

**Palabras clave:** residuos cítricos, aceite esencial, limoneno, desengrasante, Laboratorio Génesis Cía. Ltda.

## ABSTRACT

The application of natural essential oil of orange peel in the development of a cosmetic formulation as a degreaser of hands in foam by the presence of limonene in its composition, is an alternative of taking advantage of solid wastes generated in the agroindustrialization of the orange. For the present investigation the essential oil was extracted by steam distillation, knowing the composition of the same by means of gas chromatography coupled to mass spectrophotometry. The extract yield of the orange essential oil was  $27,60 \pm 7,31\%$ , proving the presence of the main component of interest, known as limonene with a relative concentration of 53,09%. The degreasing formulation was optimized with a higher foam index and good compatibility with essential oil (5%), betaine (1%), glycerin (0,5%), propylene glycol (5%), sodium lauryl ether sulfate triethanolamine (1%), EDTA (0,01%) and methyl paraben (0,01%) with a basic pH of 8.16, with excellent fat removal and pleasant aroma. It was estimated a period of one year of life of the finished product and its biodegradation in approximately 28 days.

**Keywords:** citrus residues, essential oil, limonene, degreasing, Laboratorio Génesis Cía. Ltda.

## INTRODUCCIÓN

La naranja es la fruta cítrica que más se produce en el Ecuador con un 80% del total de producción de cítricos del país para el abastecimiento del mercado interno y con una participación del comercio casi nula del aceite esencial **(Heredia, 2008)**. El aceite esencial de la cáscara de naranja (*Citrus* spp.) presenta un elevado contenido (90,93%) de un hidrocarburo monoterpénico conocido como limoneno ( $C_{10}H_{16}$ ) siendo considerado el componente más abundante del aceite esencial de las cortezas de frutos cítricos como la naranja y el limón **(Yáñez et al., 2007)**.

El limoneno es una sustancia natural que es extraído de las cáscaras de los cítricos dando el olor característico a las naranjas y limones. Pertenece al grupo de los terpenos y al subgrupo de los limonoides que constituyen una de las más amplias clases de alimentos funcionales y fitonutrientes, funcionando como antioxidantes. El limoneno puede ser extraído por diferentes técnicas y usado en alimentación y como desengrasante natural. **(Enríquez, 2013 y Baldeon, 2011)**. El limoneno es inflamable a una temperatura de 48°C, pero no es tóxico. Su solubilidad en agua es muy baja, siendo su densidad de 0,84 g/ml **(Martínez, 2001)**.

En el aceite esencial extraído de la cáscara de naranja se han identificado a su componente más abundante, el limoneno que es un hidrocarburo terpénico monocíclico con una concentración del 95%. Existen alrededor de otros treinta hidrocarburos, pero se encuentran en pequeñas cantidades. Tiene diversas aplicaciones en procesos industriales, químicos, farmacéuticos y alimenticios. Y últimamente se emplea como disolvente biodegradable. El limoneno es usado como disolvente de resinas, pigmentos, tintas y en la elaboración de agentes de limpieza, tiene alta efectividad como disolvente ya que forma una emulsión con el agua y las partículas de grasas son arrastradas y finalmente separadas en la

superficie después de un tiempo de reposo, se puede considerar como una alternativa para suprimir el uso de disolventes clorados tóxicos. **(Quiroz, 2009)**.

El uso de espumantes en el proceso de lavado es común, la espuma formada durante el proceso, atrapa las partículas de grasa o aceite y las dispersa en el agua. El espumante mejora la acción detergente, como generador de espuma se puede utilizar óxido de dimetilamina y como controlador de espuma dietanolamida de coco. Los neutralizantes también son un componente importante que permiten controlar la acidez o alcalinidad del producto, se puede utilizar el ácido cítrico para bajar el pH y la monoetanolamina para subir el pH. **(Quiroz, 2009)**.

En la actualidad la industria farmacéutica promueve la calidad de los productos que cumplen con las características esperadas para satisfacer las necesidades del consumidor proporcionando seguridad y eficacia **(Silva, 2015)**. Los agentes de limpieza son desarrollados con el fin de reducir la tensión superficial además de producir una limpieza eficiente, que ejerce un efecto de protección sobre las superficies a las cuales se aplica, proporcionando al objeto lavado una serie de características deseadas en cuanto a aspecto, olor, color, etc **(Swaco, 2004)**.

Por la preocupación constante del cuidado del medio ambiente es necesario la elaboración de productos biodegradables, económicos y eficientes. Mediante la presente investigación se pretende desarrollar un producto cosmético biodegradable como desengrasante de manos en espuma partir del aceite esencial de cortezas de naranja por la presencia de limoneno en su composición, dando un valor agregado a estos desechos, el mismo que será expendido por parte del Laboratorio GÉNESIS LABGÉNESIS Cía. Ltda, quienes están interesados en satisfacer las necesidades de sus clientes siendo su misión “contribuir al desarrollo sostenible de una humanidad saludable; investigando, desarrollando y socializando medicinas químicas y naturales; que sean eficaces,



de alta calidad, a precios asequibles; siempre respetando la sabiduría divina, la diversidad del individuo y el entorno natural”.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Tema**

Desarrollo de un desengrasante de manos en espuma a partir de aceite esencial de cortezas de naranja (*Citrus* spp.) para el Laboratorio Génesis LABGENESIS Cía. Ltda.

### **1.2 Justificación**

En la actualidad los aceites esenciales son utilizados en industrias ecuatorianas tanto alimenticias, farmacéuticas y agroindustrias para la creación de productos innovadores que cumplan con las necesidades de sus consumidores impulsando el desarrollo del país.

El propósito de este proyecto es aprovechar eficazmente metabolitos obtenidos de las cortezas de frutas cítricas para el diseño y formulación de un desengrasante biodegradable en espuma con el fin de desarrollar un producto seguro y eficaz.

Los aceites esenciales se caracterizan por ser metabolitos secundarios naturales de las plantas que permiten la elaboración de productos biodegradables teniendo así un gran impacto en la sociedad actual que ha despertado su interés por la utilización de productos naturales reemplazando a compuestos químicos tóxicos y dañinos.

El limoneno es un monoterpeno presente en las cortezas de frutas cítricas con un alto porcentaje de concentración lo que facilita su estudio investigativo como un agente de limpieza aprovechando residuos orgánicos.

Laboratorio Génesis LABGENESIS Cía. Ltda. se interesa por la expedición de productos que satisfagan las necesidades de sus clientes interesados en su bienestar por lo que brinda las facilidades del diseño y desarrollo de un desengrasante en espuma como forma cosmética dando su apoyo tanto económico como tecnológico, a través de una investigación conjunta y participativa, aportando competitividad en el mercado ecuatoriano.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar un desengrasante de manos en espuma a partir de aceite esencial de cortezas de naranja (*Citrus* spp.) para el Laboratorio Génesis LABGENESIS Cía. Ltda.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Extraer aceite esencial de la corteza de naranja mediante arrastre con vapor de agua.
- Identificar la presencia de limoneno en el aceite esencial de la corteza de naranja.
- Diseñar experimentalmente la formulación del desengrasante en espuma.
- Comprobar la efectividad del producto desengrasante en forma cosmética en manos grasosas.
- Estudiar la estabilidad y la biodegradación del producto terminado.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1 Antecedentes investigativos

El procesamiento industrial de la naranja inició en los años 40 y en la actualidad el aprovechamiento de los subproductos cítricos por el proceso de transformación en la industria alimentaria, mediante la obtención de flavonoides, pectinas, aceites esenciales y carotenoides generando un valor económico en sectores: farmacéutico, pecuario, alimentario y ambiental (**Londoño et al., 2012**).

La agroindustrialización de la naranja se concentra en la producción de jugos, proceso en el cual, entre el 23 y 40% en peso de fruta se obtiene como desecho, principalmente las cortezas, generando un problema ambiental, sin embargo estas pueden ser aprovechadas al contener compuestos como aceites esenciales dando un valor agregado al proceso (**Cerón et al., 2010**).

Según **Primo (1998)** el aceite esencial de la naranja se encuentra en el flavedo o epicarpio siendo este el tejido exterior del fruto, en el cual se encuentra aproximadamente de 0,05 a 1 ml de aceite esencial por 100 cm<sup>2</sup> de superficie de corteza. Mediante varias investigaciones se ha identificado más de 100 componentes en el aceite esencial de naranja, sin embargo, el más abundante es el limoneno, que se encuentra en un 95% siendo un hidrocarburo terpénico monocíclico (**Quiroz, 2009**).

La extracción de aceites esenciales de aceites esenciales ha sido estudiada por varios autores. **Quiroz (2009)**, extrajo el aceite a través de tres métodos: por destilación por arrastre de vapor, por extracción directa de reflujo (utilizando agua

y alcohol como disolvente) y por extracción continua de Soxhlet (utilizando gua y alcohol), comparando los rendimientos del proceso, siendo más rentable la destilación por arrastre con vapor de agua. **Cerón (2010)**, evaluó un proceso integral para la obtención de pectina y aceite esencial de cáscaras de naranja, este último fue obtenido mediante destilación por arrastre con vapor de agua identificando en su composición D-limoneno en un 90,967% mediante análisis por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas. En un estudio realizado por **Yáñez et al. (2007)** se realizó un proceso de hidrodestilación asistida por radiación de microondas (HDMO) para la extracción de aceite esencial de cáscaras de naranja dulce *Citrus sinensis* y se identificó al monoterpeno limoneno, como el componente volátil más importante con un porcentaje de concentración relativa del 90,93, dando un uso diferente a la cáscara al de ser aprovechado únicamente como abono.

El desarrollo de la fabricación de aceites esenciales a nivel industrial se debe al conocimiento científico de la composición, el aislamiento y la determinación de la estructura y propiedades de los aceites esenciales. La identificación de los componentes volátiles, fue realizada en 1926, por T. Reichstein y H. Staudinger, quienes estudiaron el aroma del café tostado y aislaron e identificaron una serie de compuestos. En la actualidad las técnicas instrumentales y, sobre todo, la cromatografía gas-líquido acoplada a un espectrómetro de masas (GLC-MS) permite el aislamiento y la identificación de los componentes de aromas con gran facilidad, incluso aquellos que están presentes en pequeña cantidad (**Primo, 1998**). La cromatografía en un separador ideal, mientras que la espectrometría es excelente para realizar identificaciones (**Willard et al., 1990**).

En la actualidad los principios activos de las cortezas de naranjas son usados como disolvente y como agente de limpieza por la presencia de limoneno que sirve como sustituto de compuestos químicos tóxicos, como ácidos y fosfatos trisódicos, además teniendo la ventaja de ser biodegradable. El limoneno tiene alta efectividad como disolvente ya que forma una emulsión con el agua y las

partículas de grasas son arrastradas y finalmente separadas en la superficie. **(Quiroz, 2009)**. En aplicaciones desengrasantes, el limoneno en aceite esencial por su alto poder de disolvente implica el uso de pequeños volúmenes. El D-limoneno está siendo considerado como un sustituto del metiletil cetona, acetona, tolueno, xileno y muchos disolventes clorados (hidrocarburos clorados y clorofluorocarbonos) **(Idrovo, 2006)**.

En el desarrollo y manufactura de un producto de limpieza, los agentes tensioactivos constituyen la parte más importante de la formulación siendo moléculas orgánicas con parte lipofílica y una parte polar o un grupo hidrofílico, siendo su función emulsificar y dispersar las grasas y aceites, y también de disminuir la tensión superficial del agua para ayudar a la humectación **(Hart et al., 2003)**. La importancia de la espuma en el proceso de limpieza ayuda atrapar las partículas de grasa o aceite y las distribuye en el agua.

El limoneno ha sido utilizado para la elaboración de productos dentro de la limpieza industrial como desengrasante variando su porcentaje de acuerdo a su aplicación, en limpiadores de manos y talleres contienen del 2% al 35%, en lavadores de autos tienen un 25% y los de limpieza de imprentas para la eliminación de tintas tienen hasta un 95%, en removedores de pinturas y grafitis tienen un 30% y en removedores de chicles, grasas y aceites e tapicería hasta un 75% **(Idrovo, 2006)**. Según **Enríquez (2013)** la elaboración del desengrasante a partir de la cáscara de naranja, es una alternativa para el manejo de desechos orgánicos al incorporar un valor agregado a los residuos, sin embargo no ayuda en la disminución del volumen de cáscara de naranja generada. Un desengrasante eficaz debe tener un pH ligeramente básico (entre 8 y 9), para neutralizar el pH ácido que tiene las grasas.

Durante la década de 1960 se destacó la importancia de producir productos biodegradables, lo que provoco el uso de compuestos de cadenas largas lineales que se puedan degradar fácilmente **(Austin, 1989)**.

## **2.2 Hipótesis**

### **2.2.1 Efecto de la variación de concentración de betaína, propilenglicol, glicerina y lauril éter sulfato sódico sobre al índice de espuma de la formulación cosmética desengrasante de manos.**

#### **Hipótesis Nula**

La variación de concentración de betaína, propilenglicol, glicerina y lauril éter sulfato sódico no afecta al índice de espuma de la formulación cosmética desengrasante de manos.

#### **Hipótesis Alternativa**

La variación de concentración de betaína, propilenglicol, glicerina y lauril éter sulfato sódico afecta al índice de espuma de la formulación cosmética desengrasante de manos.

### **2.2.2 Efecto de la formulación cosmética en espuma a partir de aceite esencial de cortezas de naranja sobre el desengrase de manos**

#### **Hipótesis Nula**

La formulación cosmética en espuma a partir de aceite esencial de cortezas de naranja no influye en el desengrase de manos.

#### **Hipótesis Alternativa**

La formulación cosmética en espuma a partir de aceite esencial de naranja influye en el desengrase de manos.

### **2.3 Señalamiento de las variables de la hipótesis**

#### **Evaluación de la formulación del desengrasante de manos en espuma**

- **Variables independientes:**

Concentración de betaína, propilenglicol, glicerina y lauril éter sulfato sódico.

- **Variable dependiente:**

Índice de espuma del desengrase de manos

#### **Evaluación de la formulación del desengrasante de manos en espuma**

- **Variable independiente:**

Formulación cosmética en espuma a partir de aceite esencial de naranja

- **Variable dependiente:**

Desengrase de manos con grasa de autos



## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Materiales**

Agua destilada, Balanza analítica (Citizen, U.S.A.), Cromatógrafo de gases (Agilent Technologies 7890B GC System, USA) acoplado a un espectrofotómetro de masas (Agilent 5977 MSD, USA) con un autoinyector split/splitless (Agilent 7693, USA) y una columna capilar HP-5MS (HP Agilent 190915-433UI, USA), Propilenglicol, Lauril éter sulfato sódico, Betaína, Glicerina, Picnómetro (Marienfeld, Alemania), Agitador eléctrico, Dosificadora de líquidos, pH-metro (Bante 210, China), Incubadora (Menmert, Alemania), Balón de destilación, Refrigerante.

#### **3.2 Métodos**

##### **3.2.1 Obtención del aceite esencial de cortezas de naranja (*Citrus spp.*)**

###### **3.2.1.1 Selección y caracterización física de las cortezas de naranja**

La selección de las cortezas de naranjas fue aleatoria, escogiendo las muestras sin daños físicos o alteraciones del flavedo por microorganismos. Se realizó una remoción de toda la porción de pulpa y albedo o mesocarpio adherida a la corteza de la naranja.

Se realizó un picado fino de las muestras de cortezas de naranja en trozos de aproximadamente 1 cm por lado aumentando así el área de contacto. Se realizó un secado de las muestras con el fin de eliminar el agua y así aumentar la eficiencia de extracción, facilitando almacenarlas evitando la contaminación por hongos o bacterias.

### **3.2.1.2 Extracción de aceite esencial mediante arrastre con vapor de agua**

Para la extracción del aceite esencial de las cortezas de naranja se realizó una destilación por arrastre con vapor de agua. Para esto se realizaron tres destilaciones con un peso de 100 gramos de troceados de corteza y fue añadido a un balón de fondo plano de capacidad de 500 ml conectado mediante tubos capilares a otro balón de similar capacidad con 300 ml de agua, con un tiempo estimado de destilación de 1 hora.

### **3.2.2 Valoración del principio activo del aceite esencial**

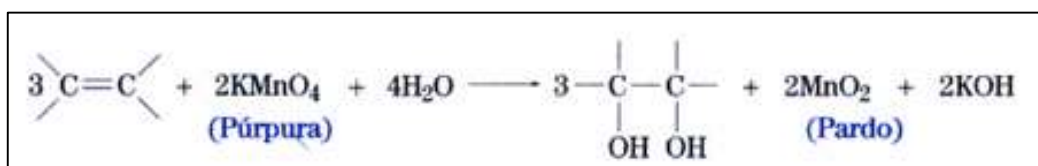
La valoración del principio activo presente del aceite esencial extraído por destilación por arrastre de vapor se llevó a cabo mediante cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masas (GC/MS), cuantificando el contenido de monoterpenos como el limoneno. El equipo utilizado para la identificación de los compuestos que conforman el aceite esencial de *Citrus* spp. fue un cromatógrafo de gases (Agilent Technologies 7890B GC System, USA) acoplado a un espectrofotómetro de masas (Agilent 5977 MSD, USA) con un autoinyector split/splitless (Agilent 7693, USA) y una columna capilar HP-5MS (HP Agilent 190915-433UI, USA) de 30 m de longitud, diámetro 250 $\mu$ m, película 0,25 $\mu$ m para el corrido de la muestra con una temperatura máxima de 350°C (ver Anexo A).

Se inyectaron 0,1  $\mu$ m de aceite esencial puro sin disolvente en el modo Split a una temperatura de 250°C. Se utilizó helio como gas de arrastre a un flujo de 1 mL/min y a una presión de 8,80 psi. Para el programa de operación de la columna capilar la temperatura inicial fue de 70°C durante 1 min, rampa de calentamiento de 3°C/min y temperatura final de 250°C durante 2 min, con un tiempo total de corrida de 45 min. La identificación de los compuestos se realizó mediante la comparación de los patrones de fraccionamiento de masas disponibles en la

librería de compuestos NIST14.L, determinando la composición relativa de los compuestos estimando mediante el análisis de relación de áreas.

### 3.2.2.1 Identificación cualitativa de limoneno

El aceite esencial extraído de las cortezas de naranja fue sometido a una prueba de Baeyer (Figura I) o prueba de disolución acuosa de permanganato de potasio al 10%. Se identificó visualmente si la prueba es positiva porque las soluciones de permanganato de potasio son de color púrpura intenso. Cuando ésta solución se agrega a la muestra que contenga un alqueno, el color púrpura desaparece rápidamente dejando un precipitado pardo turbio de óxido de manganeso. Para lo cual a 1,5 ml de aceite esencial se le añadió 0,5 ml de la solución de permanganato de potasio al 10% (**Bailey et al., 1998**).



*Figura I.* Reacción de la prueba de Baeyer.

### 3.2.2.2 Determinación del pH del aceite esencial

El pH fue evaluado con 10 ml del aceite esencial empleando un pH-metro calibrado (Bante 210, China), realizando las mediciones por duplicado.

### 3.2.2.3 Determinación de la solubilidad del aceite esencial

La solubilidad del aceite esencial se realizó mediante un método semicuantitativo, que consistió en la adición de 1 ml del aceite a un volumen de 10 ml del disolvente tales como: propilenglicol, glicerina, alcohol al 70%, agua destilada, realizando la prueba por duplicado.

### 3.2.2.4 Determinación de la densidad relativa del aceite esencial

La densidad relativa es la relación entre la masa de un volumen de la sustancia a ensayar a 20°C y la masa de un volumen igual de agua a la misma temperatura. Este término es equivalente a peso específico (**Mosquera, 2015**).

La densidad relativa del aceite se determinó según la norma ANFOR NF T 75-111 (ISO 279:1998) mediante el método del picnómetro, para lo cual se estandarizó un picnómetro de vidrio de 10 ml limpiándolo rigurosamente y enjuagándolo con etanol y luego con acetona, además se secó con una corriente de aire seco y se pesó el picnómetro vacío con el tapón ( $m_0$ ).

Una vez seco y pesado el picnómetro se llenó de agua destilada y se colocó en un baño termostático durante 30 min a una temperatura de 20°C, se secó externamente y se pesó el picnómetro lleno con el tapón ( $m_1$ ).

Para el peso del aceite esencial ( $m_2$ ) se vació el picnómetro, se enjuagó y se secó como en la parte inicial y se realizó el mismo procedimiento que con el agua destilada. Con los valores obtenidos se calculó la densidad relativa del aceite esencial de naranja (*Citrus spp.*) a 20 °C mediante la siguiente fórmula:

$$d \frac{20}{20} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \quad \text{[Ec.1]}$$

Donde:

$d \frac{20}{20}$ : densidad relativa a 20°C, referido al agua a 20°C

$m_0$ : masa en gramos del picnómetro vacío

$m_1$ : masa en gramos del picnómetro con agua

$m_2$ : masa en gramos del picnómetro con aceite esencial

### 3.2.3 Estudio de formulación del desengrasante

Para el estudio de formulación del desengrasante se mezcló el principio activo (aceite esencial) con los excipientes necesarios para la formulación de una solución espumante suministrando información acerca de la compatibilidad de cada uno de los excipientes y el aceite esencial.

Cada 100 ml de formulación contiene:

Aceite esencial *Citrus* spp. ....5%

Excipientes .....c.s.p

Para determinar la mejor formulación cosmética en compatibilidad con el aceite esencial se aplicó un modelo estadístico con un diseño factorial  $2^n$ . Se emplearon 4 factores con una concentración alta y baja cada uno como se muestra en la tabla I.

**Tabla I**

*Factores utilizados para el diseño factorial  $2^n$*

Factores	Componentes	Función	Niveles	
			Alto (+)	Bajo (-)
A	Betaína	Tensoactivo anfótero	2%	1%
B	Glicerina	Humectante	1%	0,5%
C	Propilenglicol	Disolvente	10%	5%
D	Lauril éter sulfato sódico	Agente espumante	1%	0,5%

La matriz de experimentación se elaboró en función de los niveles de cada uno de los 4 factores originando las mezclas para la formulación del desengrasante con una concentración del 5% de aceite esencial. Para la formulación final se añadió otros componentes: Metil parabeno al 0,01% como conservante, Trietanolamina al 0,01% como agente quelante, Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) como agente quelante y agua destilada. Se ejecutaron dos réplicas de los diferentes tratamientos de la matriz de experimentación de las cuales

mediante mediciones de índice de espuma se determinó la mejor formulación del producto como desengrasante.

### 3.2.4 Estudios de estabilidad

Para determinar la estabilidad del producto a través del tiempo cumpliendo con todos los estándares de calidad se realizó un estudio de estabilidad acelerada, con una duración de dos meses que representan a un periodo de un año de vida útil efectuando controles de parámetros organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos como se detallan en la Tabla II, conservando el producto a una temperatura de  $38^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa de  $70 \pm 5\%$ . Las muestras fueron analizadas en un laboratorio certificado LABOLAB.

**Tabla II**

*Métodos empleados para el estudio de estabilidad*

<b>Parámetro</b>	<b>Método/técnica</b>
Organoléptico	Aspecto, olor y color
Físico-químico	pH
Microbiológico	<i>Aerobios mesófilos</i>
	<i>Hongos</i>
	<i>Levaduras</i>
	<i>Escherichia coli</i>
	<i>Staphylococcus aureus</i>
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>

### 3.2.5 Determinación de biodegradación del desengrasante

Se determinó la biodegradación del producto desengrasante en agua residual mediante la medición de DQO (Demanda Química del Oxígeno) según la Norma INEN 1203. Se basa en la oxidación de la materia utilizando dicromato potásico como oxidante en presencia de ácido sulfúrico e iones de plata como catalizador.

La disolución acuosa se calentó bajo reflujo durante 2 h a 150°C. Luego se evaluó la cantidad del dicromato sin reaccionar titulando con una disolución de hierro (II). La demanda química de oxígeno se calculó a partir de la diferencia entre el dicromato añadido inicialmente y el dicromato encontrado tras la oxidación.

### **3.3 Estadística**

Para el análisis estadístico de la formulación del desengrasante en espuma se aplicó un diseño experimental factorial  $2^4$  con su respectivo análisis de varianza (ANOVA), para evaluar el efecto de la concentración de 4 factores: betaína, propilenglicol, glicerina y lauril éter sulfato sódico con 2 niveles de concentración cada uno sobre el índice de espuma de cada solución, identificando los factores más relevantes para la formulación óptima del producto terminado, empleando el software Minitab 2015.

Además, se evaluó la efectividad de formulación cosmética para la remoción de grasa de autos en manos de 10 diferentes personas, aplicando tarjetas score puntuando color, aroma, aspecto y desengrase.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Análisis y discusión de resultados

##### 4.1.1 Rendimiento de la obtención del aceite esencial de cortezas de naranja (*Citrus spp.*)

Para la obtención del aceite esencial de las cortezas de naranja (*Citrus ssp.*) se realizó una remoción previa de toda la porción de pulpa y albedo o mesocarpio adherida a la corteza, debido a que en el bagazo no existe cantidad significativa de aceites esenciales, ya que éstos se encuentran específicamente en el epicarpio o flavedo (**Quiroz, 2009**), en el cual se encuentran vesículas oleaginosas, siendo éstos los principales el aceite esencial y los pigmentos (**Londoño et al., 2012**).

Mediante destilación por arrastre de vapor, una de las técnicas más importantes que existen para la purificación de sustancias volátiles insolubles en agua de otra no volátiles, se obtuvo el aceite esencial de las cortezas de naranja seleccionadas anteriormente con un rendimiento promedio de  $27,60 \pm 7,31\%$  como se muestra en la tabla III.

El agua en la cual se encuentra el material vegetal fresco, pasa a través de una trampa de destilación en forma de vapor, arrastrando los aceites esenciales de las plantas hasta el refrigerante, el cual se encuentra a una temperatura fría por recirculación del agua, este cambio de temperatura hace que el vapor se condense y se vuelva líquido (**Del Pozo, 2006**), separando las sustancias inmiscibles en agua alcanzando a volatilizar a su temperatura de ebullición, por lo que se utiliza para la extracción de aceites esenciales naturales que se alojan



en hojas, cáscaras o semillas de plantas. Los aceites esenciales son inmiscibles en agua y menos densos que ésta (**González et al., 2007**).

El porcentaje de rendimiento del aceite esencial se calculó mediante la ecuación 2 (**Del Pozo, 2006**):

$$\%Re = \frac{Ca}{Mp} * 100 \quad \text{[Ec.2]}$$

Donde:

%Re= porcentaje de rendimiento del aceite esencial (%)

Ca= Volumen de aceite esencial extraído (ml)

Mp= peso de planta destilada (g)

### Tabla III

*Rendimiento de extracción de aceite esencial de cortezas de naranja (Citrus spp.) mediante destilación por arrastre con vapor de agua*

Nº de destilación	Peso corteza inicial	Tiempo (min)	Volumen extraído de aceite (ml)	Rendimiento (%)
1	100,1	60	25	24,97
2	100,4	60	36	35,86
3	100,2	60	22	21,96
□				27,60 ± 7,31

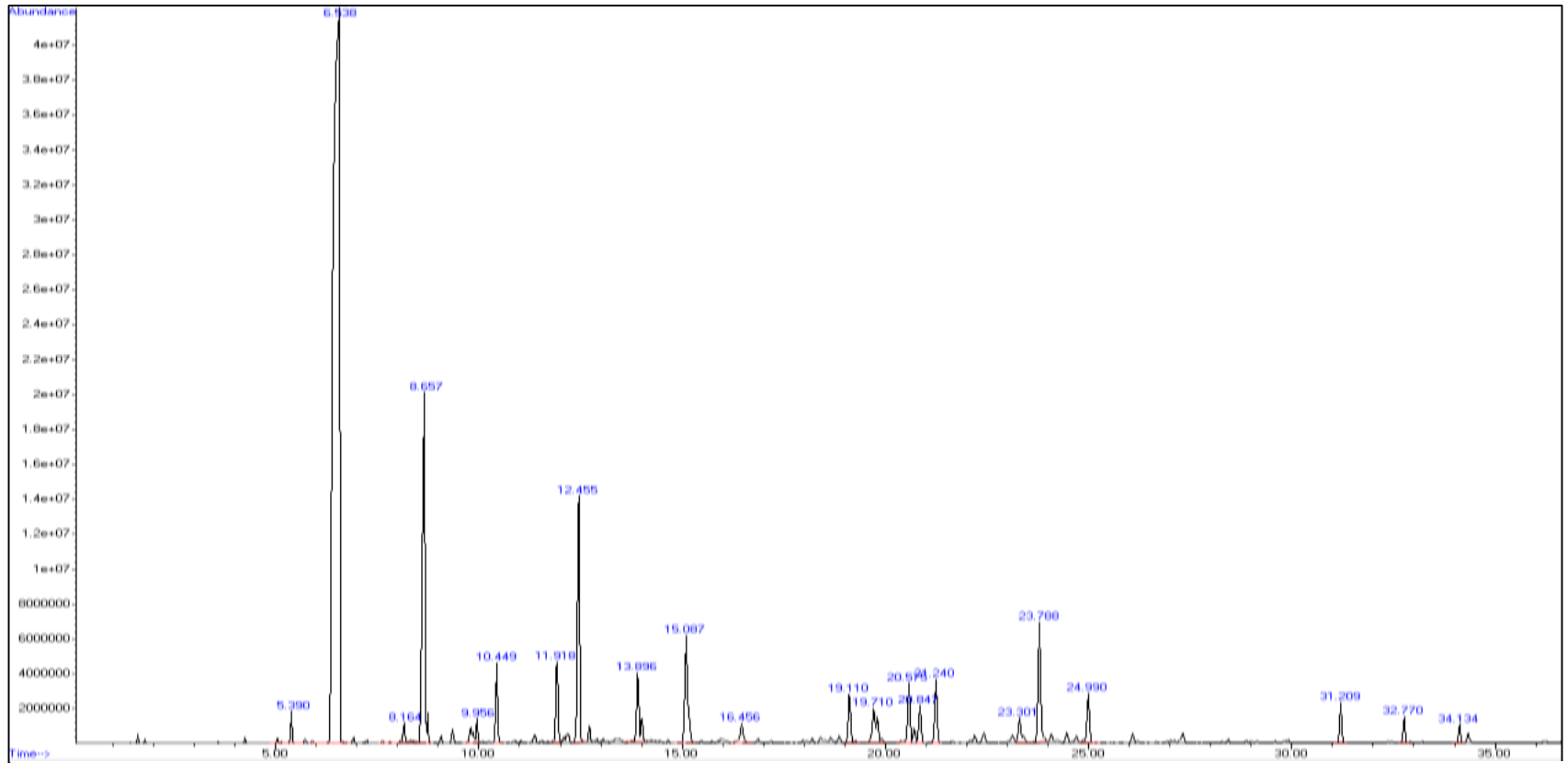
#### 4.1.2 Valoración del principio activo del aceite esencial de naranja (*Citrus spp.*)

##### 4.1.2.1 Cromatografía del principio activo

El análisis del aceite esencial de *Citrus spp.* mediante CG/EM produjo un perfil cromatográfico (Figura II), en el cual se observa los picos de cada compuesto volátiles presente de acuerdo a su concentración relativa. En la tabla IV se registran los componentes volátiles mayoritarios identificados de acuerdo a su porcentaje de concentración relativa, tiempo de retención y estructura molecular en comparación con la librería de compuestos NIST14.L.

De acuerdo al análisis realizado se observa que en el aceite esencial de *Citrus* spp., el principal compuesto con una elevada concentración relativa de 53,09% es un hidrocarburo monoterpénico, identificado como limoneno, siendo este compuesto considerado mayoritario en aceite esencial de cítricos como la naranja con un contenido elevado de 90,93% (Yáñez et al., 2007) y en la mandarina con un 57,4% de contenido (Navarrete et al., 2009).

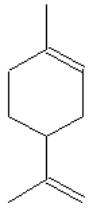

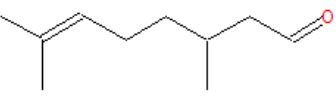
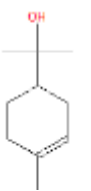

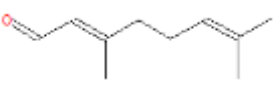

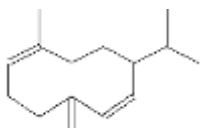
El segundo compuesto mayoritario fue un terpeno presente en la mayoría de aceites esenciales de cítricos identificado como linalool con una concentración relativa de 11,59%, identificando además otros componentes en menores concentraciones detallados en la tabla IV, tales como citronelal (1.69%), alfa-terpineol (2.17%), decanal (6,78%), citral (3,65%), dodecanal (1,65%), germacreno D (0,92%) y otros componentes con concentraciones muy bajas siendo considerados como trazas (ver Anexo B).



**Figura II.** Perfil cromatográfico del aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus* spp). Identificación de picos de los compuestos volátiles presentes en el aceite esencial.

**Tabla IV**

Concentración de los componentes principales de aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus spp*) identificado por CG/EM

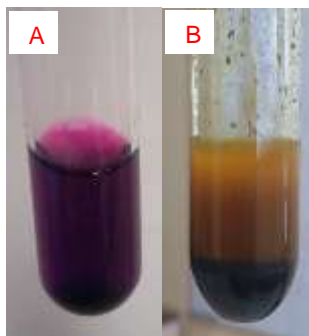
N°	t <sub>R</sub> (min)	Concentración relativa (%)	Identificación	Fórmula química
1	6.538	53.09	Limoneno	
2	8.657	11.59	Linalool	
3	10.449	1.69	Citronelal	
4	11.918	2.17	Alfa-terpineol	
5	12.455	6.78	Decanal	
6	15.087	3.65	Citral	
7	20.575	1.65	Dodecanal	
8	23.301	0.92	Germacreno D	

Nota: T<sub>R</sub> =Tiempo de retención

#### 4.1.2.2 Identificación cualitativa del principio activo mediante prueba de Baeyer

El limoneno,  $C_{10}H_{16}$ , principio activo del aceite esencial de naranja, limones y toronjas, al ser un terpeno con un doble enlace fue sometido a una prueba de Baeyer, reacción que se utiliza para distinguir alquenos de alcanos, por lo que los alcanos no reaccionan con permanganato de potasio.

La hidroxidación del limoneno con permanganato de potasio da como resultado el rompimiento de los dobles enlaces formando 1, 2- dioles. La prueba resultó positiva (Figura III) por su distinción con un cambio de color, siendo la solución de permanganato de potasio de color púrpura intenso, y ésta al reaccionar con el aceite esencial, que contiene limoneno, el color púrpura desapareció rápidamente, dejando además un precipitado turbio insoluble de óxido de manganeso. **(Bailey et al., 1998)**



**Figura III.** Prueba de Baeyer en aceite esencial de naranja. Evaluación cualitativa de presencia de terpenos (Limoneno) en aceite esencial. A= solución de permanganato de potasio de coloración púrpura intenso. B= Cambio de coloración del permanganato de potasio por adición de aceite esencial a café claro con un precipitado turbio insoluble de óxido de manganeso.

#### 4.1.3 Caracterización físico-química del aceite esencial de naranja

El aceite esencial obtenido mediante destilación por arrastre con vapor de agua fue sometido a una caracterización fisicoquímica valorando el pH, la solubilidad y la densidad relativa.

El pH del aceite esencial resultó un valor promedio de  $4,80 \pm 0,01$  como se muestra en la tabla V, coincidiendo con un valor bibliográfico de estudios anteriores de 4,8 (**Quiroz, 2009**).

La solubilidad del aceite esencial se realizó mediante un método semicuantitativo, resultando positivo en glicerina y propilenglicol, observando que es altamente miscible en dichos solventes. Sin embargo, el aceite esencial resultó ser insoluble en agua a  $20^{\circ}\text{C}$  y en alcohol al 70% (ver Anexo C).

La densidad relativa del aceite esencial se determinó mediante el método del picnómetro dando un valor promedio de 0,88, siendo éste valor cercano al determinado en anteriores investigaciones de 0,84 – 0,85 (**Sánchez, 2003**)

#### **Cálculo de densidad relativa:**

$$d \frac{20}{20} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$
$$d \frac{20}{20} = \frac{17.250 - 7.970}{18.460 - 7.970}$$
$$d \frac{20}{20} = 0.882$$

Donde:

$d \frac{20}{20}$ : densidad relativa a  $20^{\circ}\text{C}$ , referido al agua a  $20^{\circ}\text{C}$

$m_0$ : masa del picnómetro vacío (g)

$m_1$ : masa del picnómetro con agua (g)

$m_2$ : masa del picnómetro con aceite esencial (g)

**Tabla V***Caracterización físico-química del aceite esencial de naranja*

<b>Característica</b>	<b>Réplica 1</b>	<b>Réplica 2</b>	<b>Promedio</b>
pH	4,79	4,80	4,80 ± 0,01
Solubilidad:			
Glicerina	Soluble	Soluble	Soluble
Propilenglicol	Soluble	Soluble	Soluble
Alcohol 70 %	Insoluble	Insoluble	Insoluble
Agua a 20°C	Insoluble	Insoluble	Insoluble
Densidad relativa	0,882	0,881	0,88 ± 0,00

#### **4.1.4 Estudio de formulación del desengrasante de manos**

Las mezclas formadas por los excipientes para la formulación del desengrasante de manos en espuma tuvieron una diferencia de concentraciones altas y bajas. En la Tabla VI se registran los valores obtenidos de índices de espuma de cada mezcla una vez añadido el principio activo, aplicando un diseño factorial 2<sup>4</sup>, verificando además la compatibilidad de cada uno de los excipientes de la solución espumante con el aceite esencial (ver Anexo D).

**Tabla VI***Índice de espuma de la formulación de desengrasante de manos*

Tratamiento	Betaína (%)	Glicerina (%)	Propilenglicol (%)	Lauril éter sulfato sódico (%)	Trietanolamina (%)	Ácido etilendiamino-tetraacético (%)	Metil parabeno (%)	Aceite esencia I (%)	Agua destilada (%)	Índice de espuma
1	1	0,5	5	0,5	1	0,01	0,01	5	86,98	2,41 ± 0,01
2	2	0,5	5	0,5	1	0,01	0,01	5	85,98	2,39 ± 0,01
3	1	1	5	0,5	1	0,01	0,01	5	86,48	2,35 ± 0,01
4	2	1	5	0,5	1	0,01	0,01	5	85,48	2,37 ± 0,04
5	1	0,5	10	0,5	1	0,01	0,01	5	81,98	2,39 ± 0,02
6	2	0,5	10	0,5	1	0,01	0,01	5	80,98	2,35 ± 0,00
7	1	1	10	0,5	1	0,01	0,01	5	81,48	2,36 ± 0,04
8	2	1	10	0,5	1	0,01	0,01	5	80,48	2,32 ± 0,06
9	1	0,5	5	1	1	0,01	0,01	5	86,48	2,59 ± 0,12
10	2	0,5	5	1	1	0,01	0,01	5	85,48	2,49 ± 0,01
11	1	1	5	1	1	0,01	0,01	5	85,98	2,46 ± 0,01
12	2	1	5	1	1	0,01	0,01	5	84,98	2,46 ± 0,03
13	1	0,5	10	1	1	0,01	0,01	5	81,48	2,46 ± 0,01
14	2	0,5	10	1	1	0,01	0,01	5	80,48	2,43 ± 0,01
15	1	1	10	1	1	0,01	0,01	5	80,98	2,41 ± 0,01
16	2	1	10	1	1	0,01	0,01	5	79,98	2,47 ± 0,01



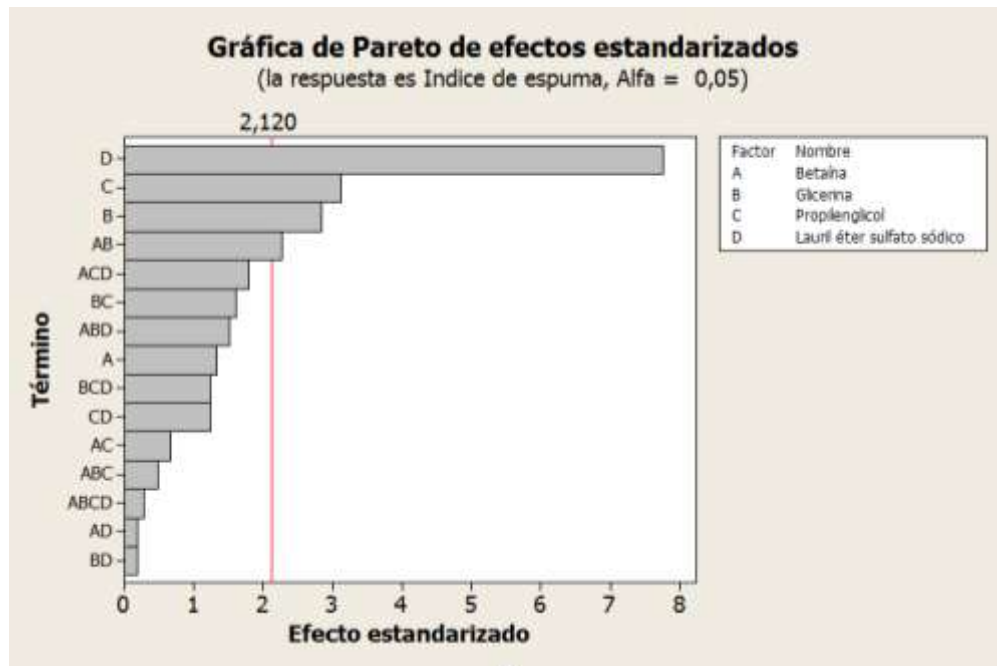
Mediante un análisis estadístico empleando el software Minitab 2015 a partir la matriz de experimentación se generó la tabla Anova para el índice de espuma evaluando la variabilidad de cada efecto. En este caso el efecto de la concentración de glicerina, propilenglicol y lauril éter sulfato sódico y la interacción de betaína y glicerina tienen un valor-P menor a 0,05, indicando que estos factores afectan significativamente al índice de espuma de la formulación del desengrasante de manos.

**Tabla VII**

*Análisis de varianza para el índice de espuma del desengrasante de manos*

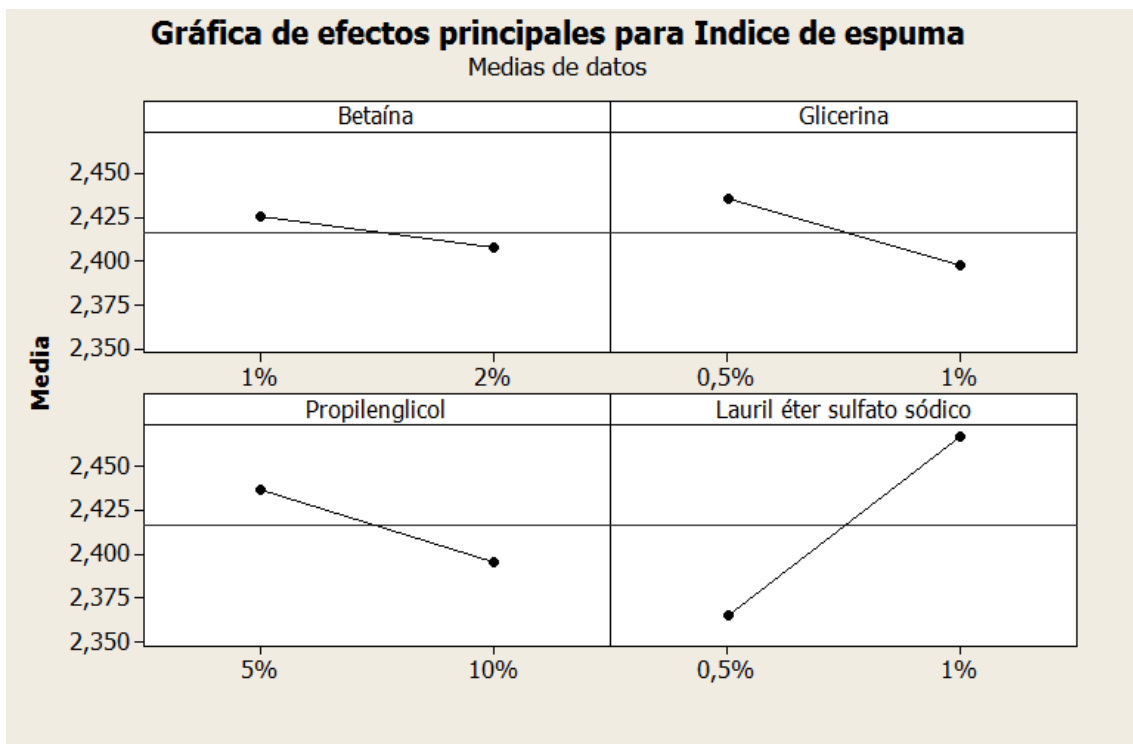
1	Suma de Cuadrados	Grado de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor-P
Réplicas	0,0003125	1	0,0003125	0,21318931	
A	0,00245	1	0,00245	1,67140421	0,204
B	0,01125	1	0,01125	7,67481524	0,012
AB	0,0072	1	0,0072	4,91188175	0,037
C	0,0136125	1	0,0136125	9,28652644	0,007
AC	0,0006125	1	0,0006125	0,41785105	0,517
BC	0,0036125	1	0,0036125	2,46446845	0,127
ABC	0,0003125	1	0,0003125	0,21318931	0,642
D	0,08405	1	0,08405	57,3393974	0,000
AD	5E-05	1	5E-05	0,03411029	0,852
BD	5E-05	1	5E-05	0,03411029	0,852
ABD	0,0032	1	0,0032	2,18305856	0,149
CD	0,0021125	1	0,0021125	1,44115975	0,236
ACD	0,0045125	1	0,0045125	3,07845367	0,091
BD	0,0021125	1	0,0021125	1,44115975	0,236
ABCD	0,0001125	1	0,0001125	0,07674815	0,780
Error	0,0219875	15	0,00146583		
Total	0,15755	31			

*Nota:* A=Concentración de betaína, B=Concentración de glicerina, C=Concentración de propilenglicol, D=Concentración de Lauril éter sulfato sódico



**Figura IV.** Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para el índice de espuma del desengrasante. Efecto que ejerce la concentración del Lauril éter sulfato sódico, propilenglicol y glicerina sobre el índice de espuma.

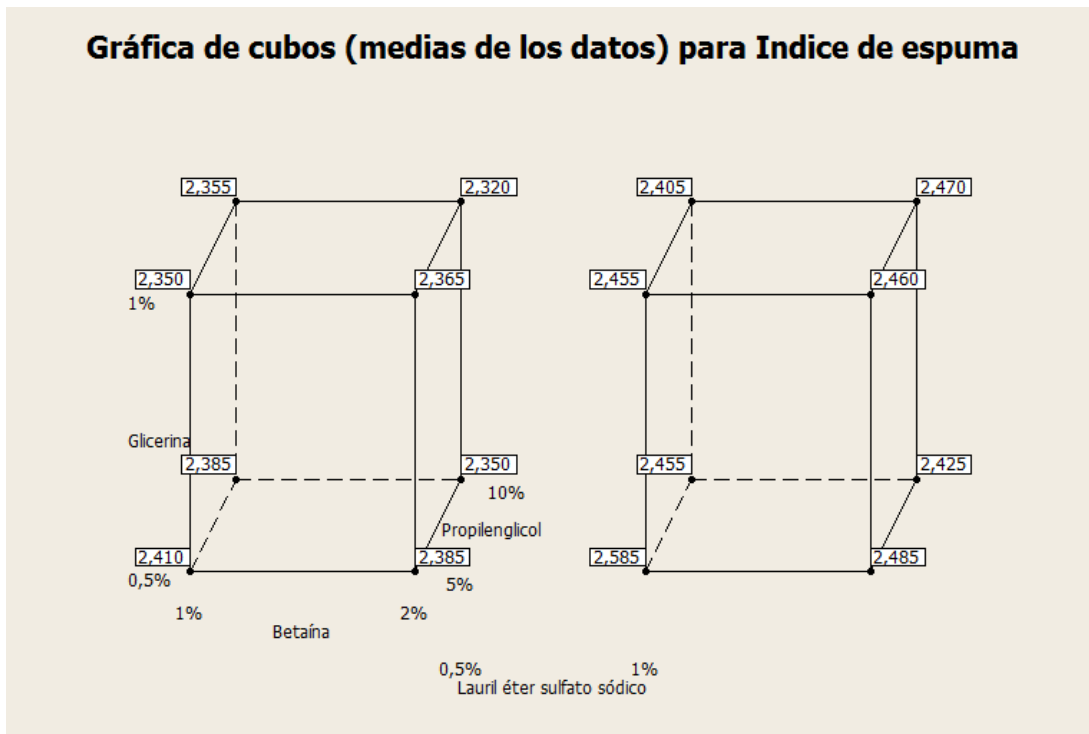
De acuerdo al diagrama de Pareto (Figura IV) la concentración del lauril éter sulfato sódico, propilenglicol, glicerina y la interacción de este último con betaína registran un valor-P menor a 0,05, por lo que representa un efecto independiente y significativo sobre el índice de espuma. La concentración de betaína y el resto de posibles interacciones no causan un efecto significativo. Al aumentar la concentración de betaína y de propilenglicol, el índice de espuma tiende a disminuir y al incrementar la concentración de lauril éter sulfato sódico, el índice de espuma tiende a aumentar en relación proporcional (Figura V).



**Figura V.** Efectos principales para el índice de espuma. Análisis del efecto generado por la concentración de Lauril éter sulfato sódico, propilenglicol, betaína y glicerina sobre el índice de espuma.

Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento D9 con una concentración de baja de betaína (1%), glicerina (0,5%), propilenglicol (5%) y una concentración alta de Lauril éter sulfato sódico (1%) genera resultados más altos de índice de espuma con un valor medio de  $5,59 \pm 0,12$  (Figura VI). Mezcla en la cual también se añadió el principio activo (aceite esencial) al 5%, trietanolamina al 1%, Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 0,01%, metil parabeno al 0,01% y agua destilada en cantidad suficiente para completar 100 ml (c.s.p.), presentando además una buena compatibilidad entre sus componentes y estableciéndose como la óptima formulación para el producto terminado como desengrasante de manos en espuma.

### Gráfica de cubos (medias de los datos) para Índice de espuma



**Figura VI.** Efectos principales en gráfica de cubos para índice de espuma. Evaluación de interacciones de los dos niveles de los 4 factores (Lauril éter sulfato sódico, propilenglicol, glicerina y betaína) determinando la combinación que genera el valor más alto de índice de espuma.

Cada uno de los componentes dentro de la formulación del desengrasante de manos en espuma cumple una función específica tales como, el aceite esencial cítrico objeto del presente estudio obtenido de las cortezas de naranja (*Citrus spp.*), el mismo que contiene un porcentaje mayoritario de limoneno (53,09%) siendo un terpeno cítrico que forma una emulsión con el agua y las partículas de grasas son arrastradas y finalmente separadas en la superficie; la betaína siendo un tensioactivo anfótero se orienta a la interfase entre el líquido y una fase sólida, modificando las propiedades de la interfase formando emulsiones o suspensiones (**Wittcoff et al., 1985**); la glicerina, propilenglicol; el lauril éter sulfato sódico actúa como agente espumante, el cual atrapa las partículas de grasa o aceite y las distribuye en el agua, con capacidad humectante y emulgente y buena compatibilidad con la piel, trietanolamina como neutralizante y EDTA

como agente quelante, metil parabeno como conservante y agua destilada cantidad suficiente para completar 100 ml como vehículo del producto.

#### 4.1.5 Estudios de estabilidad

Se realizó un estudio de estabilidad acelerada a la formulación establecida como producto desengrasante de manos en espuma, en un laboratorio certificado, LABOLAB (ver Anexo G), solicitado para los posteriores trámites de Notificación Sanitaria Obligatoria, con un tiempo estimado de vida útil de un año, para lo cual fue necesario dos cortes durante dos meses realizando un control organoléptico, físico-químico y microbiológico inicial y final en su empaque original, a una temperatura de  $38^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y humedad de  $70 \pm 5\%$ .

**Tabla VIII**

*Ficha de estabilidad*

	<b>Parámetro</b>	<b>Mes 0</b>	<b>Mes 2</b>
Organoléptico	Aspecto	Líquido	Líquido
	Olor	Característico	Característico
	Color	Amarillento	Amarillento
Físico – Químico	pH (20°C)	9.14	9.22
Microbiológico	Aerobios mesófilos (ufc/ml)	< 10	< 10
	Mohos (upm/ml)	< 10	< 10
	Levaduras (upl/ml)	< 10	< 10
	Enterobacterias (ufc/ml)	<10	<10
	<i>E. coli</i> (ufc/ml)	< 10	< 10
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Ausencia
	<i>P. aeruginosas</i>	Ausencia	Ausencia

*Nota:* Por LABOLAB, 2016

De acuerdo a la ficha de estabilidad realizada al desengrasante de manos (Tabla VIII), sin observar cambios en ninguno de los parámetros controlados después

de dos meses del producto sometido a una temperatura y humedad elevada se estima un periodo de vida útil de un año para el producto como cosmético.

#### 4.1.6 Determinación de biodegradación del desengrasante

La biodegradación del producto desengrasante en agua residual mediante la medición de DQO (Demanda Química del Oxígeno) según la Norma INEN 1203, basándose en la oxidación de la materia orgánica utilizando dicromato potásico como oxidante en presencia de ácido sulfúrico e iones de plata como catalizador. La demanda química de oxígeno se calculó a partir de la diferencia entre el dicromato añadido inicialmente y el dicromato encontrado tras la oxidación. Dando un valor inicial de 4622 mg de materia orgánica presente en un litro de agua y un valor de 4622 mg/L al vigésimo séptimo día, evidenciando así una reducción considerablemente alta como se muestra en la tabla IX (ver Anexo H).

#### Cálculo de la demanda química del oxígeno (DQO) para el día 0

$$DQO\left(\frac{mg}{L}\right) = \frac{(a - b) * N * F}{cm^3 (muestra)} \quad \text{[Ec. 3]}$$

Siendo:

DQO = Demanda química del Oxígeno

a = Volumen de  $Fe(NH_4)(SO_4)_2$  usado para el blanco

b = Volumen de  $Fe(NH_4)(SO_4)_2$  usado para la muestra

N = Concentración en Normalidad de  $Fe(NH_4)(SO_4)_2$

F = Factor de conversión

$$DQO\left(\frac{mg}{L}\right) = \frac{(20cm^3 - 8,445 cm^3) * 0,05N * 8000}{1cm^3}$$

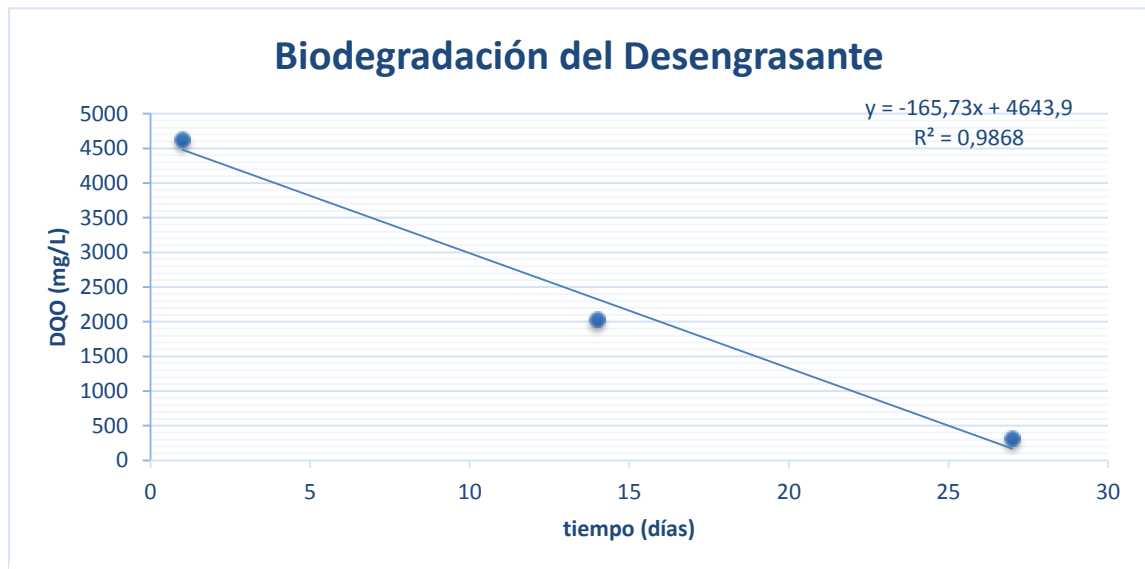
$$DQO = 4622 \frac{mg}{L}$$

**Tabla IX**

*Biodegradación del desengrasante de manos en espuma*

Muestra	Día 0 DQO (mg/L)	Día 14 DQO (mg/L)	Día 27 DQO (mg/L)
Dilución (1:30)	4622	2036	313

Nota: Por LABOLAB, 2016



**Figura VII.** Evaluación de la biodegradación. Mediciones de DQO del desengrasante de manos en espuma en función del tiempo (días).

A partir de las mediciones de DQO al día 1, día 14 y día 27 se calculó el porcentaje de biodegradación dando un resultado de 93,22 % al vigésimo séptimo día, siendo un producto relativamente biodegradable.

### **Cálculo del porcentaje de Biodegradación del desengrasante de manos en espuma**

$$\%Biodegradación = \frac{DQO_i - DQO_f}{DQO_i} \quad [\text{Ec.4}]$$

Siendo:

DQO<sub>i</sub> = Demanda química de oxígeno inicial

DQO<sub>f</sub> = Demanda química de oxígeno final

$$\%Biodegradación = \frac{4622 - 313}{4622} * 100$$

$$\%Biodegradación = 93.22 \%$$

Empleando la ecuación generada en la evaluación de la biodegradación en función de valores de demanda química del oxígeno y el tiempo (Figura VII) se calculó el tiempo aproximado de biodegradación total del desengrasante de manos en el agua, siendo que el producto se biodegrada en aproximadamente 28 días, considerándose así un producto biodegradable.

#### **Cálculo de predicción del tiempo de biodegradación del desengrasante de manos en espuma**

$$DQO = -165,73t + 4643,9 \quad \text{[Ec.5]}$$

$$0 = -165,73t + 4643,9$$

$$t = 28,021 \text{ días}$$

$$t = 672,5 \text{ horas}$$

#### **4.1.7 Evaluación de la efectividad del producto desengrasante**

Se realizaron pruebas de efectividad y aceptación de la formulación como desengrasante de espuma a 10 personas cuyas manos contenían grasa de autos, los mismos que probaron 5 ml del producto en sus manos y calificaron su desengrase, aroma, color y apariencia (ver Anexo E y F). Para ello se realizaron ponderaciones cuantitativas de excelente (5), muy bueno (4), bueno (3), regular (2) y malo (1), los mismos que se registran en la Tabla X.



**Tabla X***Evaluación de efectividad y aceptación del producto desengrasante*

	<b>Desengrase</b>	<b>Aroma</b>	<b>Color</b>	<b>Aspecto</b>
Observador 1	4	5	3	5
Observador 2	4	5	4	4
Observador 3	5	4	3	5
Observador 4	5	5	5	4
Observador 5	4	5	4	5
Observador 6	4	5	3	4
Observador 7	4	5	5	5
Observador 8	4	5	4	4
Observador 9	5	5	3	5
Observador 10	5	4	5	4
Total	44	48	39	45
Media	4,4	4,8	3,9	4,5

Debido a las necesidades del consumidor, se requiere que la capacidad del producto de remover la grasa de autos de las manos se encuentre en el rango de muy bueno o excelente como se muestra en la tabla XI, al igual que su aroma, color y aspecto, para comprobar esto, los resultados de los 10 observadores fueron evaluados mediante un análisis estadístico de distribución t-student para una sola muestra a un nivel de confianza del 95%.

**Cálculo del valor t-student de la ponderación de desengrase:**

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}} \quad [\text{Ec.6}]$$

Siendo:

t= valor t-student

x = media de las puntuaciones

 $\mu$  = media de criterio de aceptación (3,0) $\sigma$  = desviación estándar de las puntuaciones

n = número de observadores

$$t = \frac{4,4 - 3,0}{\frac{0,52}{\sqrt{10 - 1}}}$$

$$t = 8,08$$

De acuerdo al valor de t-student calculado de 8,08 para la ponderación de desengrase, siendo este mayor al t-tabulado bibliográficamente de 1,83 a un nivel de confianza del 95%, se establece que el producto tiene una puntuación mayor a 3 aceptando su hipótesis alternativa, por lo cual su capacidad de remover grasa es efectiva considerado como un producto muy bueno.

De la misma manera para la ponderación de aroma, color y aspecto con un valor calculado de t-student de 12,81, 3,08 y 8,54 respectivamente, el producto terminado es aceptado y considerado con un muy buen aroma, color y aspecto.

### **Tabla XI**

#### *Rangos de aceptación del producto*

<b>Evaluación</b>	<b>Rango</b>
Excelente	4,1 - 5
Muy bueno	3,1 - 4
Bueno	2,1 - 3
Regular	1,1 - 2
Malo	0 - 1

La evaluación de las medias de las puntuaciones de cada atributo sensorial que se muestra en la tabla X, permitió establecer el perfil del producto desengrasante indicando que tiene una excelente remoción de grasa, aroma y aspecto, además de un color muy bueno. El modo de acción del desengrasante de manos para eliminar la suciedad, es que las moléculas del producto rodean y emulsifican las gotas de aceite o grasa. La parte lipofílica del desengrasante se disuelve en el aceite o grasa y los extremos hidrofílicos quedan en la parte exterior, dirigidos hacia el agua. De esta manera las gotas de aceite o grasa, cargadas

negativamente, se mantienen en suspensión y se evita la formación de la película de suciedad nuevamente al concentrarse entre sí (**Hart et al., 2003**).

#### 4.1.8 Control de calidad del producto terminado

A partir de la formulación con mayor índice de espuma del producto como desengrasante de manos, se realizó un control de calidad en parámetros organolépticos, físico-químicos y microbiológicos registrados en la tabla XII, en un laboratorio certificado de la Universidad Técnica de Ambato, Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) solicitado para los posteriores trámites de Notificación Sanitaria Obligatoria (ver Anexo I).

**Tabla XII**

*Control de calidad de desengrasante de mando en espuma*

Parámetro	Ensayo	Método	Resultados	Unidades
Organoléptico	Aspecto	Sensorial	Líquido	-
	Color	Sensorial	Amarillento	-
	Olor	Sensorial	Cítrico	-
Físico-químico	pH	AOAC 942.15. Ed 19. 2012	8.16	Unidades de pH
	Sólidos totales	AOAC Ed 19, 2012 925.10	1.88	%
Microbiológico	Aerobios mesófilos	PE-03-5.4- MB AOAC 990.12. Ed 20, 2016	2.3 x10 <sup>3</sup>	UFC/ml
	Enterobacterias	PE04-5.4 MB AOAC Ed 20, 2016 2003.01	<1	UFC/ml
	<i>Escherichia coli</i>	PE-01-5.4-MB AOAC R.I: 110402. Ed 20, 2016	<1	UFC/ml
	<i>Staphylococcus aureus</i>	AOAC 2001.05/2003.07-2003.08/2003.11 Ed 20, 2016	<1	UFC/ml

*Nota:* Por LACONAL, 2016

De acuerdo a los resultados obtenidos en el control organoléptico, el producto final como desengrasante de manos queda definido como un líquido de color amarillento debido al colorante usado y un olor cítrico, presentándose como una mezcla homogénea. Dentro del control físico-químico realizado a temperatura ambiente, el producto tiene un porcentaje de sólidos totales de 1,88% y un pH de 8,16, siendo este un parámetro importante de acuerdo con **Quiroz (2009)**, quien menciona que un desengrasante debe tener un pH ligeramente básico (entre 8 y 9) para neutralizar el pH ácido que tienen la suciedad de las grasas, aceites y residuos orgánicos en general, indicando así un desengrasante eficaz. Para el control microbiológico, el lote analizado no muestra contaminación microbiológica considerable, pero es necesario hacer un control de calidad por cada lote producido. A partir de los resultados del control de calidad se realizarán los trámites pertinentes para la solicitud de Notificación Sanitaria a la Agencia de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) de la República del Ecuador.

Finalmente, de acuerdo con el estudio realizado la formulación establecida como desengrasante de manos en espuma cumple con las funciones de un producto de limpieza, tales como, desprender la suciedad de la superficie que se limpie y suspenderla y dispersarla para que no se vuelva a depositar; trabajar a temperaturas moderadas y en un tiempo razonable, no dañar la superficie que se limpie, ni ser tóxico o causar problemas en la piel del usuario y principalmente ser biodegradable (**Wittcoff et al., 1985**).

## **4.2 Verificación de hipótesis**

### **4.2.1 Efecto de la variación de concentración de betaína, propilenglicol, glicerina y lauril éter sulfato sódico sobre al índice de la formulación cosmética desengrasante de manos.**

Mediante el análisis estadístico del diseño factorial  $2^4$  de los datos obtenidos después de la mezcla de cada formulación establecida en la matriz experimental

detallada en la tabla VI empleando el software Minitab 2015, se evidencia el efecto de la concentración de glicerina, propilenglicol y lauril éter sulfato sódico y la interacción de betaína y glicerina con un valor-P menor a 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95%, por tanto se acepta la hipótesis alternativa, estableciendo así que estos factores afectan significativamente al índice de espuma de la formulación del desengrasante de manos.

Con una concentración de baja de betaína (1%), glicerina (0,5%), propilenglicol (5%) y una concentración alta de lauril éter sulfato sódico (1%) se genera resultados más altos de índice de espuma con un valor medio de  $5,59 \pm 0,12$ , considerándose como la óptima formulación de desengrasante de manos en espuma.

#### **4.2.2 Efecto de la formulación cosmética en espuma a partir de aceite esencial de cortezas de naranja sobre el desengrase de manos.**

Después del análisis estadístico de la media aritmética de las ponderaciones de desengrase por los 10 observadores mediante distribución t-student comparado con un valor medio como criterio de aceptación, debido a que el producto debe puntuar un valor mayor a 3 para ser considerado un producto capaz de remover grasa, se acepta la hipótesis alternativa estableciendo que formulación cosmética en espuma a partir de aceite esencial de cortezas de naranja influye en el desengrase de manos de acuerdo al valor de t-student calculado de 8,13, siendo este mayor al t-tabulado bibliográficamente de 1,83 a un nivel de confianza del 95%, además de ser considerado como un producto con alta aceptación con excelente aroma, un color muy bueno y un excelente aspecto en espuma.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- El aceite esencial de cortezas de naranja (*Citrus spp.*) se obtuvo mediante destilación por arrastre con vapor de agua con un rendimiento promedio del  $27,60 \pm 7,31\%$ , resultando un método eficaz para la obtención de este tipo de metabolito con un pH de  $4,80 \pm 0,01$  y densidad relativa de 0,88, siendo soluble en solventes como la glicerina y propilenglicol e insolubles en alcohol y agua a 20°C.
- El principal compuesto del aceite esencial extraído e identificado mediante cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas es un terpeno monocíclico conocido como limoneno, con una concentración relativa de 53,09%, principio activo en el cual se basa la formulación cosmética en espuma para manos por su capacidad de desengrasante de aceite o grasas.
- La formulación cosmética establecida como desengrasante de manos con mayor índice de espuma ( $2,59 \pm 0,12$ ) y buena compatibilidad fue el tratamiento con el principio activo (aceite esencial) al 5%, betaína al 1%, glicerina al 0,5%, propilenglicol al 5%, lauril éter sulfato sódico al 1%, trietanolamina al 1% como neutralizante, EDTA al 0,01% como agente quelante, metil parabeno al 0,01% como conservante y agua destilada cantidad suficiente para completar 100 ml (c.s.p.), alcanzando la solución un valor de pH de 8,16, un parámetro importante para neutralizar la acidez de la suciedad o grasa.

- Mediante la evaluación de efectividad y aceptación del desengrasante de manos en espuma, se estableció el perfil del producto terminado con una excelente capacidad de remover grasas y un excelente aroma y aspecto.
- La formulación cosmética establecida como desengrasante de manos en espuma tiene un periodo estimado de un año de vida útil y alcanza a biodegradarse en su totalidad en aproximadamente 28 días, siendo considerado como un producto biodegradable.
- La aplicación de aceite esencial obtenido de cortezas de naranja en un producto cosmético da un valor agregado a los desechos sólidos generados en la agroindustria.

## **5.2 Recomendaciones**

- Estudiar la estabilidad del desengrasante de manos en espuma en un periodo de tiempo superior, estimando una vida útil mayor a un año.
- Comparar la concentración relativa de limoneno entre variedades de naranja cultivadas en el Ecuador.
- Purificar limoneno de aceite esencial de cortezas de otros frutos cítricos (toronja, mandarina, limón), comparar su concentración y eficiencia.

## MATERIAL DE REFERENCIA

### Referencias Bibliográficas

- Austin, G. (1989). Manual de procesos químicos en la industria. Tomo II. Editorial McGraw Hill. México.
- Cerón, I. & Cardona C. (2010). Evaluación del proceso integral para la obtención de aceite esencial y pectina a partir de cáscara de naranja. Universidad EAFIT. Revista Ingeniería y Ciencia, Volumen 7, 65-86.
- Coloma, D. (2015). Elaboración de un gel a base del extracto de cebolla (*Allium cepa* L.) para aliviar y cicatrizar quemaduras de primero y segundo grado superficial. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Central del Ecuador. Quito – Ecuador.
- Cruzati, P. (2009). Elaboración y control de calidad del gel antimicótico de manzanillas (*Matricaria chamomilla*), Matico (*Aristiguetia glutinosa*) y Marco (*Ambrosia arborescens*) para Neo-Fármaco. Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.
- Bailey, P. & Bailey, C. (1998). Química Orgánica: conceptos y aplicaciones. Editorial Pearson Educación. Quinta Edición. México. 144
- Baldeon, X. (2011). Actividad Insecticida de los Aceite Esenciales de *Tagetes minuta*, *Tagetes terniflora* y *Tagetes zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax*. Escuela de Ciencias. Escuela Politécnica del Chimborazo. Riobamba-Ecuador.
- Bernal, C. (2012). “Extracción del aceite esencial de la cáscara de naranja: caracterización y estudio de potencial industria en el Ecuador”. Universidad San Francisco de Quito. Quito- Ecuador.



- Del Pozo, X. (2006), Obtención de aceite esencial a partir de las hojas de hierba luisa (*Cymbopogon citratus* (dc) Stapf), para su aplicación como antibacteriano y antimicótico. Facultad de Ciencias Aplicadas. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí - Ecuador.
- Enríquez, G. (2013). Formulación y evaluación de dispersantes detergentes y desengrasantes biodegradables para derrames de suelos crudos livianos en la industria petrolera”. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Central del Ecuador. Quito – Ecuador.
- González, P., Mansilla, A., Rengifo, L. & Arévalo, F. (2007). Extracción de aceite esencial de *Myrtus communis* L. y estudio de su actividad antimicrobiana. Recuperado de: [http://www.lamolina.edu.pe/facultad/ciencias/dquimica/pergreenchemistry/?wpfb\\_dl=6](http://www.lamolina.edu.pe/facultad/ciencias/dquimica/pergreenchemistry/?wpfb_dl=6)
- Hart, H.; Hart, D. & Craine, L. (2003). Química Orgánica. Editorial MacGraw Hill. México.
- Heredia, A. (2008). Naranja. Estudio Agroindustrial en el Ecuador. Competitividad de la Cadena de Valor y Perspectivas del Mercado. Programa Integrado entre el Ministerio de Industrias y Competitividad y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Industrial. Quito-Ecuador.
- Idrovo, J. (2006). Utilización industrial de limoneno obtenido a partir de cortezas limón, naranja y mandarina. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Escuela Politécnica Nacional. Quito-Ecuador.
- Martínez, A. (2001). Aceites Esenciales. Universidad de Antioquia. Escuela de Ingeniería. Antioquía.
- Navarrete, C., Gil, J., Durango, D. & García, C. (2009). Extracción y caracterización del aceite esencial de mandarina obtenido de residuos agroindustriales. Universidad Nacional de Colombia.

- Mosquera, T. (2015). Estudio de estabilidad de una loción facial antiacné a bases de aceite esencial de hierba luisa *Cymbopon citratus* (DC) STAPF, POACEAE. Universidad Politécnica Salesiana. Quito-Ecuador.
- Londoño, J., Sierra, J., Álvarez, R., Restrepo, A. & Pássaro, C. (2012). Aprovechamiento de los subproductos cítrica. Colombia. Recuperado de: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/560/1/CAPITULO%2012.pdf>
- Lucas, C. (2013). Estudio Técnico- Económico para la instalación de una planta productora de aceite a base de semillas de maracuyá. Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador.
- Primo, E. (1998). Química Orgánica Básica y Aplicada. Universidad Politécnica de Valencia. Editorial Reverté. Tomo II. Barcelona – España. pp. 852-855
- Quiroz, A. (2009). Utilización de residuos de cáscara de naranja para la preparación de un desengrasante doméstico e industrial. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Internacional SEK. Quito- Ecuador. pp 19, 67
- Silva, M. (2015). Uso de aceites esenciales en el diseño y formulación de un detergente líquido. Área Biológica. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja – Ecuador.
- Swaco, M. (2004). Fluidos de Perforación. Houston Texas.
- Torres, C. (2012). Diseño y desarrollo de una crema repelente a partir del aceite esencial de la especie *Bursera graveolens* (Palo santo). Universidad Técnica Particular de Loja. Loja- Ecuador.
- Willard, H., Merrit, L., Ddean, J. & Settle, F. (1990). Métodos Instrumentales de análisis. Compañía Editorial Continental. México.

Wittcoff, H. & Rubén, B. (1985). Productos químicos orgánicos industriales. Tecnología, formulación y sus usos. Vol. II. Editorial Limusa. México.

Yáñez, X., Lugo, L. & Parada, D. (2007). Estudio el aceite esencial de la cáscara de la naranja dulce (*Citrus sinensis*, variedad Valenciana) cultivada en Labateca (Norte de Santander, Colombia). Revista de la Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de Pamplona. Pamplona-Colombia.

## Anexos

### ANEXO A: Fotografía de la cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masas



ANEXO B: Reporte de la librería NIST14.L de compuestos volátiles identificados en aceite esencial de naranja (*Citrus spp.*)

Library Search Report

Data Path : D:\MassHunter\GCMS\1\data\CANJE DEUDA\  
 Data File : MAYRA ACEITE ESENCIAL NARANJA R4.D  
 Acq On : 02 Dec 2016 08:45  
 Operator :  
 Sample :  
 Misc :  
 ALS Vial : 17 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: D:\MassHunter\Library\NIST14.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex  
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e





'k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	5.390	0.61	D:\MassHunter\Library\NIST14.L .beta.-Myrcene	16066	000123-35-3	96
			.beta.-Myrcene	16061	000123-35-3	86
			Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	16282	018172-67-3	83
2	6.538	53.09	D:\MassHunter\Library\NIST14.L Limonene	16032	000138-86-3	93
			Limonene	16027	000138-86-3	90
			Limonene	16034	000138-86-3	86
3	8.164	0.63	D:\MassHunter\Library\NIST14.L Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylidene)-	16238	000586-62-9	98
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylidene)-	16237	000586-62-9	96
			(+)-4-Carene	16052	029050-33-7	95
4	8.657	11.59	D:\MassHunter\Library\NIST14.L Linalool	27447	000078-70-6	96
			Linalool	27451	000078-70-6	83
			Bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	27875	017699-16-0	68
5	9.956	1.11	D:\MassHunter\Library\NIST14.L (+)-(E)-Limonene oxide	25879	006909-30-4	91
			Limonene oxide, trans-	25881	004959-35-7	91
			1H-Pyrrole, 2,3,5-trimethyl-	5710	002199-41-9	64
6	10.449	1.69	D:\MassHunter\Library\NIST14.L Citronellal	27479	000106-23-0	93
			Citronellal	27474	000106-23-0	91
			Citronellal	27478	000106-23-0	91
7	11.918	2.17	D:\MassHunter\Library\NIST14.L .alpha.-Terpineol	27528	000098-55-5	96
			.alpha.-Terpineol	27529	000098-55-5	86
			.alpha.-Terpineol	27530	000098-55-5	86

8	12.455	6.78	D:\MassHunter\Library\NIST14.L			
			Decanal	29133	000112-31-2	99
			Decanal	29131	000112-31-2	91
			Decanal	29132	000112-31-2	90
9	13.896	2.28	D:\MassHunter\Library\NIST14.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	25967	000106-26-3	93
			Citral	25779	005392-40-5	72
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	25969	000106-26-3	72
10	15.087	3.65	D:\MassHunter\Library\NIST14.L			
			Citral	25782	005392-40-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	25970	000141-27-5	94
			Citral	25778	005392-40-5	91
11	16.456	0.78	D:\MassHunter\Library\NIST14.L			
			Undecanal	39874	000112-44-7	87
			Undecanal	39875	000112-44-7	76
			Dodecanal	51254	000112-54-9	76
12	19.110	1.35	D:\MassHunter\Library\NIST14.L			
			.alfa.-Copaene	68522	1000360-33-0	99
			.alpha.-Cubebene	68557	017699-14-8	98
			.alpha.-Cubebene	68551	017699-14-8	97
13	19.710	1.90	D:\MassHunter\Library\NIST14.L			
			cis-Muurolo-4(15),5-diene	68637	157477-72-0	96
			1H-Cyclopenta[1,3]cyclopropa[1,2]b	68946	013744-15-5	95
			enzene, octahydro-7-methyl-3-methy			
			lene-4-(1-methylethyl)-, [3aS-(3a.			
			alpha.,3b.beta.,4.beta.,7.alpha.,7			
			aS*)]-			
			Germacrene D	68507	023986-74-5	93
14	20.575	1.65	D:\MassHunter\Library\NIST14.L			
			Dodecanal	51254	000112-54-9	95
			Dodecanal	51251	000112-54-9	91
			Tridecanal	63515	010486-19-8	90
15	20.847	1.04	D:\MassHunter\Library\NIST14.L			
			Caryophyllene	68509	000087-44-5	99
			Caryophyllene	68513	000087-44-5	99
			Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11	68786	000118-65-0	97
			-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4			
			2,9S*)]-			
16	21.240	1.67	D:\MassHunter\Library\NIST14.L			
			(1R,2S,6S,7S,8S)-8-Isopropyl-1-met	68812	018252-44-3	99
			hyl-3-methylenetricyclo[4.4.0.0 <sup>2,7</sup>			
			]decane-rel-			
			1H-Cyclopenta[1,3]cyclopropa[1,2]b	68945	013744-15-5	96
			enzene, octahydro-7-methyl-3-methy			
			lene-4-(1-methylethyl)-, [3aS-(3a.			
			alpha.,3b.beta.,4.beta.,7.alpha.,7			
			aS*)]-			
			(+)-epi-Bicyclosesquiphellandrene	68646	054274-73-6	95

17	23.301	0.92	D:\MassHunter\Library\NIST14.L Germacrene D Germacrene D .beta.-copaene	68505 023986-74-5 97 68507 023986-74-5 96 68520 1000374-18-9 94
18	23.788	3.69	D:\MassHunter\Library\NIST14.L Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octa hydro-1,8a-dimethyl-7-(1-methyleth enyl)-, [1R-(1.alpha.,7.beta.,8a.a lpha.)]- Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octa hydro-1,8a-dimethyl-7-(1-methyleth enyl)-, [1R-(1.alpha.,7.beta.,8a.a lpha.)]- Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octa hydro-1,8a-dimethyl-7-(1-methyleth enyl)-, [1S-(1.alpha.,7.alpha.,8a. alpha.)]-	68890 004630-07-3 99 68892 004630-07-3 99 68899 010219-75-7 99
19	24.990	1.51	D:\MassHunter\Library\NIST14.L 1-Isopropyl-4,7-dimethyl-1,2,3,5,6 ,8a-hexahydronaphthalene Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydr o-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)- Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydr o-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	68698 016729-01-4 98 68800 000483-76-1 95 68797 000483-76-1 94
20	31.209	0.93	D:\MassHunter\Library\NIST14.L 2,6,11-Dodecatrienal, 2,6-dimethyl -10-methylene- 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-t rimethyl- Chlorodimethylethylsilane	81670 060066-88-8 99 81665 004955-32-2 49 9898 006917-76-6 47
21	32.770	0.56	D:\MassHunter\Library\NIST14.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-t rimethyl-, (E,E,E)- 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-t rimethyl-, (E,E,E)- 1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-tr imethyl-, (Z,E)-	81677 017909-77-2 91 81675 017909-77-2 90 68667 026560-14-5 53
22	34.134	0.42	D:\MassHunter\Library\NIST14.L Nootkatone Nootkatone 2(3H)-Naphthalenone, 4,4a,5,6,7,8- hexahydro-4,4a-dimethyl-6-(1-methy lethenyl)-	81627 004674-50-4 99 81626 004674-50-4 99 81714 091416-23-8 99

MARIO MASAS-WAX.M Fri Dec 02 09:54:12 2016

**ANEXO C: Fotografía de la determinación de la solubilidad del aceite esencial**

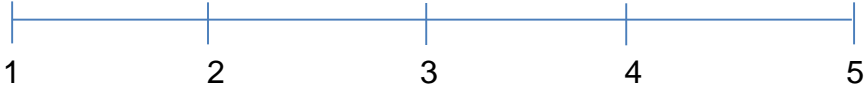
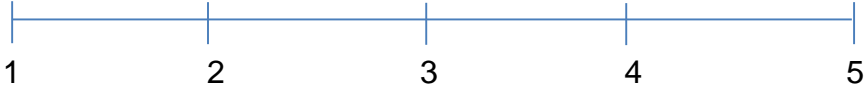
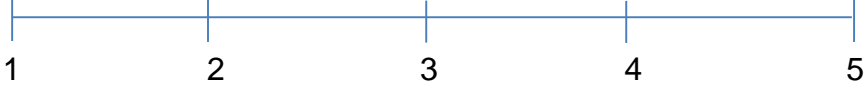
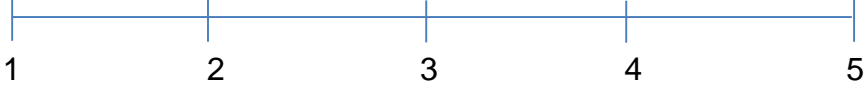
			
Glicerina	Agua destilada	Alcohol 70%	Propilenglicol

**ANEXO D: Fotografías de la determinación del índice de espuma y compatibilidad de los excipientes con el aceite esencial**





**ANEXO E. Tarjeta Score para evaluación de efectividad y aceptación del producto desengrasante**

<b>Tarjeta de Score</b>	
<b>Prueba descriptiva de rangos</b>	
<b>Producto: Desengrasante de manos en espuma</b>	
<b>Muestra N°:</b>	<b>Nombre:</b>
<p>Usted ha recibido una muestra de desengrasante de manos en espuma. Por favor proceda a evaluar y calificar la muestra, tomando en cuenta cada atributo. Para ello marque le número que a su criterio lo describe mejor tomando en cuenta la siguiente escala hedónica estructurada.</p>	
<b>1=malo 2=regular 3=bueno 4=muy bueno 5=excelente</b>	
<b>Desengrase</b>	
<b>Aroma</b>	
<b>Color</b>	
<b>Aspecto</b>	

**ANEXO F: Fotografías de comprobación de efectividad desengrasante del producto**

**Manos con grasa de autos**




**Manos grasosas con la espuma desengrasante**



**Manos limpias después del lavado**



## ANEXO G: Ficha de estabilidad del desengrasante de manos en espuma



**ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES**  
**FICHA DE ESTABILIDAD**

*Orden de trabajo N° 164433*  
*Hoja 1 de 1*


**NOMBRE DEL CLIENTE:** Mayra Telenchana  
**DIRECCIÓN:** Ambato Izamba  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 27 de septiembre del 2016  
**MUESTRA:** Desengrasante para manos  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Líquido color amarillento  
**ENVASE:** PET  
**MUESTRAS ANALIZADAS:** 1 muestras de 30 g  
**FECHA DE ELABORACIÓN:** 26 de septiembre del 2016  
**FECHA VENCIMIENTO:** 16 de septiembre del 2017  
**LOTE:** ---  
**REFERENCIA:** 164433  
**MUESTREADO:** Por cliente

**TEMPERATURA:** 38°C ± 2°C  
**HUMEDAD RELATIVA:** 70 ± 5 %

CARACTERÍSTICA	27 de septiembre del 2016	28 de noviembre del 2016
COLOR	Amarillento	Amarillento
OLOR	Característico	Característico
ASPECTO	Líquido	Líquido

PARAMETRO	27 de septiembre del 2016	28 de noviembre del 2016
pH (20°C)	9,14	9,22
Recuento de Aerobios mesófilos (ufc/g)	< 10	< 10
Recuento de Escherichia coli (ufc/g)	< 10	< 10
Recuento de Enterobacterias (ufc/g)	< 10	< 10
Recuento de Mohos (upm/g)	< 10	< 10
Recuento de Levaduras (upl/g)	< 10	< 10
<i>Pseudomona Aeruginosa</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Ausencia

NOTA: Se realizó una estabilidad ACELERADA en su empaque original y a la temperatura y humedad antes mencionadas por un tiempo de 2 MESES que representa a UN año de vida útil.  
LABOLAB se responsabiliza solo por el lote analizado.

  
**Dra. Cecilia Luzuriaga**  
**GERENTE GENERAL**

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.  
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACIÓN SANITARIA**  
 Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.  
 Av. Pérez Guesmaní De 21-11 y Venustades - Of. 12 B - 2do. Piso - Telfs.: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-363 Cel.: 0999590-412  
 e-mail: secretaria@labolab.com.ec / serviciocliente@labolab.com.ec / cecilialuzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec  
 Quito - Ecuador

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

**ANEXO H: Informe de resultados de biodegradabilidad del desengrasante de manos en espuma**



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 164433  
Hoja 1 de 1

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Mayra Telenchana  
**DIRECCIÓN:** Ambato Izamba  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 27 de septiembre del 2016  
**MUESTRA:** Desengrasante para manos  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Líquido color amarillento  
**FECHA DE ELABORACIÓN:** 26 de septiembre del 2016  
**FECHA VENCIMIENTO:** 16 de septiembre del 2017  
**LOTE:** ---  
**ENVASE:** PET  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 28 de septiembre – 24 de octubre del 2016  
**REFERENCIA:** 164433  
**MUESTREADO POR:** El Cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** 26°C 26% HR

**ANÁLISIS QUÍMICO:**

MUESTRA	28 de septiembre 2016 DQO (mg/L)	11 de octubre 2016 DQO (mg/L)	24 de octubre 2016 DQO (mg/L)
Dilución ( 1:30)	4622	2036	313

NOTA: Al vigésimo séptimo día se degrada el 93%

*Cecilia Luzuriaga*  
 Dra. Cecilia Luzuriaga  
 GERENTE GENERAL

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.  
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACIÓN SANITARIA**

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.  
 Av. Pérez Guerrero De 21-11 y Versalles - Ctl. 12 B - 2do. Piso - Telfa.: 2663-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 0999580-412  
 e-mail: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecilia.luzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

# ANEXO I: Informe de resultados de control de calidad del desengrasante de manos en espuma



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS  
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS



Dirección: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com  
Ambato-Ecuador

## CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 16-324		R01-5.10.06
Solicitud N°: 16-324		Pág. 1 de 1
Fecha recepción: 25 de octubre de 2016		Fecha de ejecución de ensayos: 25 al 27 de octubre de 2016
<b>Información del cliente:</b>		
Empresa: Laboratorios Genesis Cia. Ltda.		C.I./RUC: 1890152623001
Representante: Ing. Marco Jadán		Tif: 032840123
Dirección: Av. Los Shyris 623 y Quisquis		E mail: mdjadan@labogenesis.com
Ciudad: Ambato		
<b>Descripción de las muestras:</b>		
Producto: Solución desinfectante y desodorizante de calzado y espuma desengrasante de manos		Volumen: 200 ml y 60 ml
Marca comercial: n/a		Tipo de envase: PET de alta resistencia
Lote: LGMJ-01-2016 y LGMJ-01-2016		No de muestras: dos
F. Elb.: 2016-10-20 y 2016-10-20		F. Exp.: n/a
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:		Almac. en Lab: 30 días
Cierres seguridad: Ninguno: Intactos: X Rotos:		Muestreo por el cliente: 25 de octubre de 2016

## RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Solución desinfectante y desodorizante de calzado	32416849	LGMJ-01-2016	Aerobios Mesófilos	PE-03-5.4-MB AOAC 990.12. Ed 20, 2016	UFC/ml	< 1
			Enterobacterias	PE04-5.4 MB AOAC Ed 20, 2016 2003.01	UFC/ml	< 1
			E. Coli	PE-01-5.4-MB AOAC R.I.: 110402. Ed 20, 2016	UFC/ml	< 1
			Staphilococcus aureus	AOAC 2001.05/2003.07 - 2003.08/2003.11 Ed 20, 2016	UFC/ml	< 1
			pH	AOAC 942.15. Ed 19, 2012	Unidades de pH	5,88
			Sólidos Totales	AOAC Ed 19, 2012 925.10	%	2,93
Espuma desengrasante de manos	32416850	LGMJ-01-2016	Aerobios Mesófilos	PE-03-5.4-MB AOAC 990.12. Ed 20, 2016	UFC/ml	2,3x10 <sup>4</sup>
			Enterobacterias	PE04-5.4 MB AOAC Ed 20, 2016 2003.01	UFC/ml	< 1
			E. Coli	PE-01-5.4-MB AOAC R.I.: 110402. Ed 20, 2016	UFC/ml	< 1
			Staphilococcus aureus	AOAC 2001.05/2003.07 - 2003.08/2003.11 Ed 20, 2016	UFC/ml	< 1
			pH	AOAC 942.15. Ed 19, 2012	Unidades de pH	8,16
			Sólidos Totales	AOAC Ed 19, 2012 925.10	%	1,88

Conds. Ambientales: 18,6 °C; 49%HR

Ing. Gladys Risueño  
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente."

## ANEXO J: Arte de etiqueta del desengrasante de manos



**Turbo Limpieza**  
Espuma desengrasante de manos

**CONTENIDO NETO: 60 ml**

- Espuma desengrasante
- Fragancia en sus manos
- Humectante de manos
- No seca la piel

**Información del producto**

**Ingredientes**  
Agua, betaina, aceite esencial de naranja (limoneno), propilenglicol, lauril éter sulfato sódico, glicerina, trietanolamina, metil parabeno, EDTA.

**Usos**  
Para eliminar grasas y aceites de las manos sin reseca la piel

**Advertencias:**  
Uso externo. En caso de contacto con los ojos enjuague con abundante agua. Mantener fuera del alcance de los niños. Si se presenta irritación en la piel o por ingestión accidental, consulte al médico.

**Instrucciones**  
Aplique generosamente sobre las manos grasosas mediante un suave masaje hasta que se absorba el producto

Fabricado por  Laboratorio GENERAL  
Dir.: Av. Los Shyris y Quis Quis  
Telf: 032 840 123  
Ambato-Ecuador

LOTE:   
REPO:   
PVP:   
NSQ:

   
Biodegradable Amigable con el Medio Ambiente

