



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"DESARROLLO FARMACEUTICO E INDUSTRIAL DE UN SHAMPOO Y ACONDICIONADOR PARA EL CABELLO Y GEL PARA EL BAÑO"

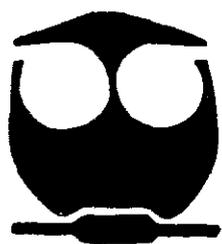
TESIS MANCOMUNADA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

PRESENTAN:

IVAN ALEJANDRO FRANCO MORALES

SANDRA GUADALUPE CRABTREE FRANCO



MEXICO, D. F.



EXAMENES PROFESIONALES FACULTAD DE QUIMICA

2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Jurado asignado:**

Presidente: Prof. Ernesto Pérez Santana  
Vocal: Prof. Juan Manuel Peguero Zambrano  
Secretario: Prof. Ana Ingrid Keller Wurtz  
1er Suplente: Prof. Liliana Aguilar Contreras  
2º Suplente: Prof. Ernestina Hernández García

**Sitio donde se desarrolló el tema:**

Laboratorio de Tecnología Farmacéutica; Departamento de Farmacia  
Facultad de Química. U.N.A.M.

**Asesor:**

Q.F.B. Ana Ingrid Keller Wurtz

  
Sustentantes:

Iván Alejandro Franco Morales.

Sandra Guadalupe Crabtree Franco

  
Sandra Crabtree.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a **Dios** la maravillosa experiencia de la vida y por haberme colocado en este maravilloso globo azul donde conté con tanto apoyo y cariño de tanta gente y que me haya permitido estudiar sus misterios a través de la más bella de las disciplinas la Química.

Gracias a mi **mamá** por impulsarme y levantarme en cada tropiezo, por enseñarme la tenacidad que se requiere para luchar en la vida, gracias **ma'**, y gracias a mi **papá**, quien desde pequeño me dio una luz (aunque el no lo sabía) sobre lo que quería estudiar y gracias por regalarme el divino don de la vida y una familia hermosa, pero sobre todo por apoyarme en todo siempre, los amo.

A mi hermana **Elideth**, quien calladamente me motivaba a dar un esfuerzo extra cada día y de quien siempre recibí apoyo y cariño cuando lo necesite, gracias **Eli** por soportar a un neurasténico como yo, te quiero muchísimo.

A mi hermano **Omar (chiti)** por ser un regalo extra en la vida y por que el me escogió como hermano, gracias por enseñarme nuevamente la inocencia y por ser un motivo más en mi vida te quiero mucho.

A **mis abuelos**, que me dieron un padre maravilloso y que desde donde se encuentran guían mis pasos y mis decisiones, y a los que están aún conmigo por ser parte de mi familia y haberme regalado una mamá genial.

A la **UNAM**, la mejor institución del país, por dejarme formarme en ella y por acogerme como a un hijo más, nunca voy a olvidar a mi *alma mater*, ni todo lo que me enseñó, y me esforzaré cada día por levantar nuevamente las alas de esa águila.

A la **Facultad de Química**, por llenarme de experiencias y regalarme la maravillosa aventura de la Química, en cada laboratorio y salón dejo una parte de mi vida y mis recuerdos, gracias por permitirme conocer a tanta gente interesante.

A **mis maestros** de toda la vida que me enseñaron más que técnicas, experiencias y sabiduría, me mostraron la humildad y la nobleza a través de su profesión. Muy especial afecto les tengo a cuatro de ellos: la **Dra. Ana I. Keller Wurtz**, que nos apoyo tanto e incondicionalmente para la realización de este trabajo como muy pocas personas lo hubieran hecho, gracias por permitirme trabajar con usted, por soportar los retrasos en el proyecto y a este maniático de la impuntualidad, mil, mil gracias, quiero pedirle le haga extensivos mis agradecimientos a la señorita **Pilar Fonseca** que nos trató de manera excelente y siempre estuvo en la mejor disposición de apoyarnos.

Gracias a la **M. En C. Ma. Del Socorro Alpizar Ramos** de quién aprendí muchísimas cosas cada día que me permitió compartir con ella, gracias por mostrarme la humildad, la sencillez, la disposición para todos y por esas charlas en las que arreglábamos el país y el mundo

desde su oficina. nunca voy a olvidar todo lo que ha hecho por mí. mi maestra. usted sabe el gran cariño que le tengo.

Al **QFB. Raúl Garza Velázco** en quien siempre encontré una mano amiga que me apoyo en los momentos de crisis que tenemos algunos estudiantes y gracias a quien también fue posible que este día llegara. gracias profesor. por todos los esfuerzos que hizo para que continuara viviendo la Facultad durante el conflicto. Infinitas gracias.

Y a mi maestro de la secundaria **Arturo Rodríguez Valdovinos**. gracias por ayudar en la formación de este árbol torcido. pero sobre todo mil gracias por apoyar a mi familia cuando más lo necesito y sobre todo a esa persona que amo tanto. mil gracias maestro.

Al **R. P. Thelian Argeo Corona** gracias. por mostrarme a Dios en esa maravillosa experiencia de las misiones y por mostrarme lo que es un verdadero sacerdote. gracias por apoyarme en esa difícil etapa en mi vida y por mostrarme los valores que hoy me han formado como persona. a través de la grandiosa aventura en el IDB. gracias también al Ing. Domingo Bello y a Jorge Cúlin.

A todos mis amigos de la generación de **QFB's 96**. gracias por soportar mis tonterías y por tolerar mi presencia. los quiero mucho y gracias por dejarme compartir mis experiencias con ustedes. los llevo en el corazón. En especial a **Mayté**, por ser mi amiga incondicional. por compartir tantos secretos y experiencias. por escucharme cuando lo necesite. por ser mi amiga desde segundo semestre. que quizás fue por accidente o por destino en ese laboratorio de Termo. gracias. gracias. gracias. eres como otra hermana para mí. A **Nelly Guadalupe**, por dejarme llamarla así y por hacerme reír y perdón por violentarte algunas veces pero me dejaste un magnífico recuerdo. A **Nohemi** te quiero un buen aunque argumentes lo contrario. gracias por dejarme ser tu amigo y por permitirme estar cerca de ti cuando ambos lo necesitamos. Al **Dr. Gibrán** gracias. gracias. gracias. porque la igual que Mayté tal vez el destino hizo que nos conociéramos desde segundo semestre. gracias por la amistad. por tu solidaridad. por soportarme y considerarme tu amigo. por todas y cada una de esas experiencias que vivimos. gracias por las charlas sobre como arreglar y terminar con el mundo y sobre todo por ser como eres. Tu también eres como un hermano para mí. Y finalmente al **Dr. Edgar** por aguantarme y apoyarme siempre. gracias por todo lo que vivimos juntos como esas noches de desvelo estudiando analítica o festejando algún cumpleaños. gracias Dr.

Y a todos los demás miembros de la generación como Natalia (enojona), Pamela. Angeles. Ma. Elena. Maribel. Begoña. David. Jiro. Nahiel. Josefina. Yeri. Luzma. Leticia. Karina. Calderón. Gaby V. Guimel. Mirén (cambiurix) y disculpen si olvido a alguien pero ustedes saben que la memoria nunca me ha ayudado mucho.

A mis amigos de la prepa. **Verónica (morena)**. **Maya**. **Lola (mi colega)**. **Renata**. **Luis y Julio**. a ustedes los llevo en el corazón siempre. y gracias por seguir siendo mis amigos a pesar del tiempo y la distancia

Quiero agradecer a **Alberto Casañas (Puca)**, **Mónica Figueroa** y **Sandra Crabtree** no voy a olvidar esas jornadas maratónicas que terminaban hasta tarde y comenzaban muy temprano, y de esas charlas en las que Puca y yo nos volvíamos analistas políticos de oficio. Gracias por permitirme compartir este proyecto y dejarme ser parte de él. y que hoy. hoy. hoy !!! es mi tesis.

Gracias también a **Fox** por llenar de esperanza a muchos corazones mexicanos (ojalá que cumpla)

A los que se **empeñaron en truncar mi esfuerzo**. gracias por que me permitieron dar un esfuerzo extra para salir adelante.

Y a ti la luz que iluminó mi sendero de obscuridad. mi **alma gemela** que Dios me permitió encontrar y que ojalá nos regale otra oportunidad para poder vivir los dos.

## AGRADECIMIENTOS

### A Dios

#### A mis papás:

Gracias por todo el amor y dedicación que me brindaron. **Papi**, te quiero mucho, tú me inculcaste el amor al *trabajo*. **Mami**, sin ti nada hubiera sido igual, por ese apoyo incondicional y por enseñarme a ser una mujer independiente y responsable. Los quiero mucho, muchas gracias por la familia que me dieron. Son mi mayor ejemplo a seguir.

#### A mis hermanas:

Eri, gracias por tu apoyo incondicional, has sido una gran maestra para mí. Güera chula, por esos grandes consejos que me brindas, siempre aprendo algo de tí. **Negrita**, nunca dejes que esa chispa que te caracteriza se borre, me encanta. Las quiero mucho.

#### A mis abuelos:

Por todos sus sabios consejos, por su comprensión y compañía.

#### Betty:

Sabes perfectamente lo que siento por ti, sin tí mi vida no hubiera sido igual. Te admiro y quiero muchísimo. Gracias por tu comprensión y por tu cariño, Dios me ha bendecido al permitirme conocerte. Te quiero mucho.

#### Juanito:

Tú que me has visto durante estos cinco años de mi vida sabes mejor que nadie lo que significa para mí este momento. Por tu apoyo y por tu amor. Gracias por haber estado conmigo, por tu comprensión y compañía durante todo este tiempo. Te adoro. Le agradezco a Dios el que me haya permitido conocerte. Ha sido uno de los mejores regalos que la vida me ha dado. Que Dios te bendiga.

#### A mi asesora:

**Dra Ana I. Keller**, por todo el tiempo que dedicaste en esta tesis. Por tu comprensión y ayuda para que todo saliera bien. Tu dedicación y empeño fueron fundamentales para que este momento llegara. Muchas gracias por habernos guiado. Siempre supiste comprender lo que nos pasaba, especialmente cuando me tuve que ir y

aunque tuvimos algunas demoras siempre estuviste ahí como pocas personas lo hubieran estado. Quiero agradecerte de manera especial la manera en que comprendiste mi situación de viajera, de verdad mil, mil gracias. Aprendí muchísimo de ti. Mil gracias de todo corazón

#### **Ivansito:**

Ha llegado tu turno. Nunca voy a poder agradecerte lo que hiciste por mí cuando más lo necesité. Eres una persona excepcional, siempre te estaré agradecida. He aprendido mucho de ti. Te quiero muchísimo.

#### **Moni y Puca:**

Que les puedo decir, sin ustedes esta tesis no hubiera sido lo mismo. Gracias por su apoyo y aportaciones a la tesis. Esos días maratónicos e interminables de pruebas preliminares y diseño de experimentos fueron inolvidables gracias a ustedes. Los quiero mucho y ya apúrense eh??

#### **A mis amigos:**

**Gibrán** nunca cambies y sonríele a la vida. Dios quiso que nos conociéramos aquel primer día de clases cuando todos con cara de preocupación llegamos al salón, sintiéndonos a la vez bien por ser universitarios pero con ese miedo característico de lo desconocido. Hiciste que esos primeros semestres tan duros se suavizaran y te lo agradezco. Sé que no nos vemos mucho y sin embargo te considero uno de mis mejores amigos, espero que sea recíproco. Oye recuerda que estudiar orgánica nunca hubiera sido lo mismo sin tí. **Carol**, gracias por el apoyo que siempre encontré en ti. Ahora sí que como tu dijiste la universidad no hubiera sido lo mismo si no nos hubiéramos conocido.

A todos los **QFB's**, hoy como verán culmina una larga caminata en la que siempre fue grato tenerlos a mi lado. A todos ustedes que estuvieron conmigo en las buenas y en las malas les agradezco la compañía. Sé que nadie mejor que ustedes comprendían lo que pasaba por la mente de un estudiante de Química y por esta razón siempre fueron un gran apoyo. Muchas gracias por su apoyo y comprensión. A todos, nunca se me olvidarán esas sesiones de estudio, esas largas horas de laboratorio que siempre fueron más cortas por su compañía.

**A mis profesores:**

A todos los que ayudaron en mi formación, mil gracias. **M en C. Socorro Alpizar**, muchas gracias por la ayuda que nos brindaste. Tu tiempo y conocimientos fueron indispensables. Aprendí muchísimo y te lo agradezco. **QFB Raúl Garza**, muchas gracias por la ayuda que me brindaste cuando estuve lejos. Siempre lo recordaré. **Bacter**, no hubiera sido igual con otro profesor. Esas charlas sobre la titulación fueron muy importantes en mi vida. Nunca los voy a olvidar. Estarán siempre en mi corazón.

A todos ustedes por todo el apoyo y comprensión.

Los quiero muchísimo.

# Índice

<b>CAPÍTULO 1. Introducción</b>	
1.1 Antecedentes	5
1.2 Objetivos	5
1.2.1 <i>Objetivos Generales</i>	5
1.2.2 <i>Especificaciones de los productos</i>	6
1.3 División del Proyecto	7
<b>CAPÍTULO 2. Protocolo a seguir</b>	
2.1 Investigación y revisión bibliográfica	8
2.2 Búsqueda de proveedores	8
2.3 Obtención de fórmulas tipo	9
2.4 Obtención de materias primas	9
2.5 Instalación del laboratorio temporal	9
2.6 Estudios de preformulación	10
2.7 Planteamiento del Diseño de Experimentos	10
2.8 Elaboración del diseño de experimentos	11
2.9 Determinación de la formulación ideal	11
2.10 Escalamiento	11
2.11 Pruebas de ciclado y retroalimentación	11
2.12 Determinación del equipo necesario	12
2.13 Estudio de costos y determinación del precio de venta	12
2.14 Desarrollo del registro legal	12
2.15 Análisis de resultados y conclusiones	13
<b>CAPÍTULO 3. La Piel</b>	
3.1 Introducción	14
3.2 Anatomía de la piel	14
3.3 Cuidado de la piel	16
<b>CAPÍTULO 4. El Pelo</b>	
4.1 Introducción	18
4.2 Estructura del pelo	18
4.3 Química del pelo	19
4.4 Propiedades químicas del pelo	20
<b>CAPÍTULO 5. Emulsiones</b>	
5.1 Introducción	22
5.2 Estabilización de las emulsiones cosméticas	22
5.3 Tensioactivos y Emulsificantes	23
5.4 Otros factores que afectan a la estabilidad de las emulsiones	24
5.5 Evaluación de la estabilidad de la emulsión	24
5.6 Control de calidad y análisis de la emulsión	25

<b>CAPÍTULO 6. Materias primas utilizadas</b>	
6.1 Gel para baño	27
6.1.1 <i>Introducción</i>	27
6.1.2 Materias primas utilizadas en geles para baño	28
6.1.2.1 <i>Agentes de espuma</i>	28
6.1.2.2 <i>Perfumes</i>	29
6.1.2.3 <i>Controladores de la viscosidad</i>	29
6.1.2.4 <i>Color</i>	30
6.1.2.5 <i>Conservadores</i>	30
6.2 Shampoo para el cabello	30
6.2.1 <i>Introducción</i>	30
6.2.2 <i>Evaluación de detergentes como bases de shampoos</i>	31
6.2.3 Materias primas utilizadas en el shampoo	32
6.2.3.1 <i>Tensoactivos principales y sus auxiliares</i>	32
6.2.3.1.1 <i>Tensoactivos aniónicos</i>	33
6.2.3.1.2 <i>Tensoactivos no iónicos</i>	33
6.2.3.1.3 <i>Betainas</i>	34
6.2.3.2 <i>Modificadores de la viscosidad</i>	34
6.3 Enjuague para el cabello	35
6.3.1 <i>Introducción</i>	35
6.3.2 <i>Materias primas utilizadas en el enjuague</i>	35
<b>CAPÍTULO 7. Estudios de preformulación</b>	
7.1 <i>Introducción</i>	37
7.2 <i>Parámetros de evaluación</i>	37
7.3 <i>Gel para baño</i>	39
7.3.1 <i>Introducción</i>	39
7.3.2 <i>Resultados</i>	40
7.3.3 <i>Análisis de Resultados</i>	41
7.3.4 <i>Conclusión</i>	42
7.4 <i>Shampoo</i>	42
7.4.1 <i>Introducción</i>	42
7.4.2 <i>Resultados</i>	43
7.4.3 <i>Análisis de Resultados</i>	43
7.4.4 <i>Conclusión</i>	45
7.5 <i>Enjuague para el pelo</i>	45
7.5.1 <i>Introducción</i>	45
7.5.2 <i>Resultados</i>	46
7.5.3 <i>Análisis de Resultados</i>	46
7.5.4 <i>Conclusión</i>	47
<b>CAPÍTULO 8. Diseño de Experimentos</b>	
8.1 <i>Introducción</i>	48
8.2 <i>Gel para baño</i>	49

8.2.1 Planeación del diseño de experimentos para el gel para baño	49
8.2.1.1 Metas y Objetivos	49
8.2.1.2 Factores y sus niveles	50
8.2.1.3 Variables de respuesta	50
8.2.1.4 Diseño	50
8.2.1.5 Planteamiento del diseño de experimentos	51
8.2.2 Resultados del diseño de experimentos del gel para baño	51
8.2.3 Tratamiento de datos obtenidos del diseño de experimentos	53
8.2.4 Análisis de Resultados	58
8.2.5 Conclusión	59
8.3 Shampoo	60
8.3.1 Planeación del diseño de experimentos para el shampoo	60
8.3.1.1 Metas y Objetivos	60
8.3.1.2 Factores y Niveles	60
8.3.1.3 Variables de respuesta	60
8.3.1.4 Diseño	61
8.3.1.5 Planteamiento del diseño de experimentos	61
8.3.2 Resultados del diseño de experimentos del shampoo	62
8.3.3 Tratamiento de datos obtenidos del diseño de experimentos	63
8.3.4 Análisis de resultados	70
8.3.5 Conclusión	71
8.4 Enjuague	71
8.4.1 Planeación del diseño de experimentos para el acondicionador para el cabello	72
8.4.1.1 Metas y Objetivos	71
8.4.1.2 Factores y sus niveles	72
8.4.1.3 Variables de respuesta	72
8.4.1.4 Diseño	72
8.4.1.5 Planteamiento del diseño de experimentos	73
8.4.2 Resultados del diseño de experimentos del acondicionador para cabello	73
8.4.3 Tratamiento de datos obtenidos del diseño de experimentos	74
8.4.4 Análisis de resultados	79
8.4.5 Conclusión	80
<b>CAPÍTULO 9. Envasado y etiquetado</b>	
9.1 Introducción	81
9.2 Principios del envase	81
9.3 Marketing y envases	82
9.4 Tecnología de envases	82
<b>CAPÍTULO 10. Escalamiento y características del producto terminado</b>	
10.1 Escalamiento	83
10.1.1 Fabricación del producto	83
10.1.2 Ajuste de la formulación y del proceso de manufactura	83
10.2 Características del producto obtenido	84

10.3 Envasado	84
10.4 Etiquetado	85
<b>CAPÍTULO 11. Pruebas de ciclado y retroalimentación</b>	
11.1 Pruebas de ciclado	86
11.2 Condiciones de las pruebas de ciclado	86
11.3 Resultados de las pruebas de ciclado	86
11.4 Análisis de resultados de las pruebas de ciclado	89
11.5 Conclusiones y recomendaciones	90
<b>CAPÍTULO 12. Requerimientos legales</b>	91
<b>CAPÍTULO 13. Determinación del equipo necesario</b>	
13.1 Proceso general de preparación del shampoo, gel para baño y acondicionador	95
13.2 Determinación del equipo necesario en cada etapa del proceso	95
<b>CAPÍTULO 14. Costos y determinación del precio de venta</b>	
14.1 Inversión inicial	96
14.2 Costos directos de fabricación	97
14.3 Gastos indirectos	100
14.4 Costo del producto	101
14.5 Punto de equilibrio y flujo de efectivo	101
14.6 Determinación del precio de venta	101
<b>CAPÍTULO 15. Análisis de resultados y conclusiones</b>	104
<b>CAPÍTULO 16. Bibliografía</b>	106
<b>ANEXO I</b>	110
<b>ANEXO II</b>	122
<b>ANEXO III</b>	125
<b>ANEXO IV</b>	126
<b>ANEXO V</b>	128
<b>ANEXO VI</b>	131
<b>ANEXO VII</b>	137

# Capítulo 1. Introducción

## 1.1 Antecedentes

El proyecto presentado en esta tesis tiene como objetivo desarrollar una línea de productos de tocador para el Hotel La Villa en Jalcomulco, Veracruz. Específicamente los productos a desarrollar son:

- Shampoo para el cabello
- Acondicionador para el cabello
- Crema para todo el cuerpo
- Gel para baño
- Protector solar con repelente contra moscos resistente al agua

La zona de Jalcomulco, Veracruz es una zona relativamente marginada, en donde el Río Pescados se convierte en el Río Antigua, que desemboca en Veracruz. Por este motivo alrededor de 13 compañías distintas se han establecido ahí para el descenso en balsa de ambos ríos. Así mismo Jalcomulco es una zona rica en diversidad natural, lo que permite una gran variedad de actividades recreativas, como son las caminatas, paseos en bicicleta entre otras.

Eccosport es una compañía Mexicana que establece uno de los primeros hoteles de la zona. En general la zona tiene campamentos fijos y portátiles. El concepto de la compañía es crear una línea de productos, que refleje su compromiso con la naturaleza y que busque a través de sus productos dar a conocer a los clientes la riqueza natural de la zona por medio de sus fragancias. Esta zona se cultiva ampliamente el mango de Manila, el café, la papaya, la vainilla y otras orquídeas naturales. Esta compañía solicitó la formulación de estos productos y para la cual se realizó este proyecto.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivos Generales

- El objetivo general del presente proyecto es colocar físicamente los productos en el hotel para uso de los clientes.
- Llevar a cabo todo el proceso para la producción de los artículos
- Llevar a cabo la instalación de un pequeño laboratorio para la producción de los artículos

- Definir el equipo necesario para realizar en pequeña escala dichos productos
- Los productos para el hotel deberán tener las siguientes características:
  - A) Volumen por unidad: aproximadamente 60 mL
  - B) Económicos
  - C) Fácil preparación
  - D) Excelente Calidad
  - E) Aroma que resalte la ecología de la zona (Veracruz)
  - F) Viscosidad adecuada para ser vertido desde un envase pequeño.

### 1.2.2 Especificaciones de los productos

Los objetivos particulares de cada uno de los productos se muestran a continuación:

#### SHAMPOO

- Transparente
- Incoloro y translúcido
- Aroma de frutas de la zona
- Para todo tipo de cabello
- Alto poder limpiador

#### ENJUAGUE

- Opaco
- Alta capacidad desenredante
- Color blanco
- Aroma de frutas de la zona

#### GEL PARA BAÑO

- Transparente
- Aroma de frutas de la zona
- Incoloro y Translúcido
- Muy concentrado (que rinda, y que haga mucha espuma)
- Viscosidad de media a alta

#### CREMA

- Tipo "Body Lotion"
- Opaca
- Color blanco
- Refrescante para después de asolearse y humectante
- Aroma de frutas de la zona

- Viscosidad baja
- Emulsión aceite en agua (O/W)

## **BLOQUEADOR SOLAR**

- Que proteja de los rayos UVA y UVB
- Que sea repelente de mosquitos
- A prueba de agua "Waterproof"
- Opaco
- Viscosidad media
- Aroma a frutas de la zona
- Color blanco
- De buena untuosidad
- Emulsión W/O

### **1.3 División del proyecto**

Como ya se mencionó el proyecto contempla la producción de cinco diferentes artículos para el hotel. La división del proyecto se realizó tomando en consideración la cantidad de productos a desarrollar y la gente interesada en el proyecto. Cuatro personas estuvieron interesadas en el proyecto. Finalmente se decidió realizar dos tesis mancomunadas para la manufactura de los cinco productos.

En esta tesis, se incluye la producción del shampoo, acondicionador y gel para baño; mientras que la segunda aborda la producción de la crema y del bloqueador solar. Esta última tesis fue llevada a cabo de manera simultánea a la presente por Mónica Figueroa y por Alberto Casañas, con la tesis titulada "Desarrollo farmacéutico e industrial de una crema humectante y bloqueador de sol repelente para moscos para un hotel"[1].

Aunque la manufactura de los productos se dividió, en la parte correspondiente al equipo necesario para la manufactura y los registros para el establecimiento del laboratorio se trabajó mucho en equipo pues estos puntos se tenían en común en ambas tesis.

## Capítulo 2. Protocolo a seguir

### 2.1 Investigación y revisión bibliográfica

Este punto incluye los siguientes aspectos:

- Búsqueda bibliográfica acerca de shampoos, enjuagues y geles para baño [2],[8],[9].
  - ◆ Excipientes comúnmente usados, sus funciones y concentraciones
  - ◆ Características fisicoquímicas
- Definir el producto a elaborar con las características deseadas
- Recolectar información acerca de la creación de negocios (principalmente búsqueda de campo, entrevistas)
- Buscar y determinar los requisitos para el registro para el registro legal de los diferentes productos y de la microempresa

### 2.2 Búsqueda de proveedores

Para la realización de esta tesis se requirió de una integración de conocimientos del área farmacéutica, diseño de experimentos, así como el manejo de las relaciones que se mantienen con los proveedores.

- Búsqueda de productos comerciales con características similares al perfil determinado de cada producto
- Consulta de formulaciones tipo en bibliografía, internet, revistas y catálogos de proveedores [2],[3],[4],[5],[28].
- Búsqueda de proveedores de envases
- Selección de materias primas más utilizadas y realizar un concentrado de materias primas factibles de utilizar
- Localización de diferentes proveedores y contactarlos
- Selección de proveedores de acuerdo a las siguientes características
  - ◆ Disposición de proveer muestras
  - ◆ Manejo de la mayor cantidad de materias primas a utilizar
  - ◆ Costo de las materias primas
- Realizar el pedido a los proveedores

Este pedido se constituyó por las materias primas que se utilizaron en los estudios de preformulación. Una vez realizadas estas pruebas preliminares, se decidieron las formulaciones que iban a constituir el diseño de experimentos sobre las cuales se basó el producto final. Estas formulaciones básicamente tenían que reunir las características

planteadas para el perfil del producto además de ser de alta calidad y costo accesible. De esta forma se seleccionó a Conjunto Lar, ya que contaba con la mayoría de las materias primas requeridas para las formulaciones seleccionadas facilitando la adquisición de las mismas. Este proveedor nos proporcionó fórmulas tipo en las que se basaron las formulaciones que conforman el producto final. Con este proveedor tuvimos la posibilidad de comprar en un volumen menor al que vende la casa que fabrica los productos como Henkel y VMF.

### 2.3 Obtención de fórmulas tipo

Se seleccionaron varias formulaciones de los productos que se deseaban realizar en esta tesis. Se realizó una búsqueda en la industria química (proveedores) y paralelamente se realizaron búsquedas de formulaciones de dichos productos en el internet [3],[4], que en la mayoría eran proporcionadas por proveedores estadounidenses. Después de recolectar formulaciones tipo se analizaron los excipientes para poder ilustrar su función.

Cabe destacar que cada vez que se encontraba alguna formulación útil se recolectaba toda la información posible, posteriormente toda esta información se almacenó para organizar un banco de datos para que posteriormente se realizara la selección tanto de proveedores como formulaciones, considerando básicamente dos aspectos esenciales de nuestros productos: alta calidad y bajo costo.

### 2.4 Obtención de materias primas

Los pasos que se siguieron en la obtención de las materias primas se mencionan a continuación:

- A) Selección de proveedor
- B) Selección de materias primas de las fórmulas tipo de acuerdo a:
  - ◆ Disponibilidad de materias primas
  - ◆ Toxicidad
  - ◆ Precio
  - ◆ Calidad
- C) Obtención de material de envase
- D) Compra de la materia prima

### 2.5 Instalación del laboratorio temporal

Fue necesario acondicionar un lugar en el cual el trabajo experimental pudiera desarrollarse. Por ello para la instalación de este espacio se consideraron los siguientes aspectos

- Búsqueda del lugar más adecuado para la instalación del laboratorio
- Acondicionamiento del lugar: revisar las instalaciones, pintar, limpiar.
- Realizar una lista de material y equipo básico a utilizar
- Adquisición del material

## 2.6 Estudios de preformulación

En estos estudios principalmente se busca:

- Realizar diferentes formulaciones tipo con las muestras proporcionadas por los proveedores
- Elaborar pruebas preliminares para familiarizarse con las materias primas
- Evaluar y modificar concentraciones de materias primas críticas y observar resultados y tendencias
- Familiarizarse con los procedimientos de manufactura de los productos
- Analizar las posibles variables que pueden afectar el perfil de los productos
- Determinar que formulaciones son viables y cuentan con el perfil de los productos previamente establecidos
- Determinar la formulación base con la cual se va a trabajar el diseño de experimentos
- Determinar los factores a variar en el diseño de experimento
- Establecer las escalas de medición de las variables de respuesta

## 2.7 Planteamiento del Diseño de Experimentos

En el planteamiento del diseño de experimentos se consideró el:

- Determinar los factores y niveles a variar en la formulación
- Establecer variables de respuesta
- Determinar el efecto de los niveles sobre las variables de respuesta
- Determinar el número de experimentos a realizar de acuerdo al número de factores y niveles
- Aleatorizar el orden de realización de los experimentos
- Aleatorizar el operador que realizará el experimento

## 2.8 Elaboración del diseño de experimentos

En el diseño de experimentos se buscó:

- Establecer el procedimiento de manufactura
- Realizar las formulaciones
- Medir las variables de respuesta de cada experimento
- Registrar los resultados.

## 2.9 Determinación de la formulación ideal

Se llegó a ella a través de:

- Analizar los resultados obtenidos en el diseño de experimentos
- Seleccionar la formulación más cercana al perfil de los productos establecido previamente

## 2.10 Escalamiento

En este punto se consideró de acuerdo a la formulación ideal:

- ◆ Realizar lotes de 500 g
- ◆ Observar si hay cambios en las características de los productos
- ◆ Observar si el procedimiento establecido previamente establecido es adecuado para manejar lotes más grandes
- ◆ Envasar los productos y etiquetar los productos
- ◆ Establecer un procedimiento para controlar la calidad
- ◆ Obtener un lote de 25 envases por producto

## 2.11 Pruebas de ciclado y retroalimentación

Se realizaron pruebas de ciclado en los productos, las cuales consistieron en someter a nuestros productos a la exposición de condiciones extremas de temperatura y humedad. Posteriormente se registraron los resultados de las variables de respuesta después de las pruebas de ciclado y finalmente se llevarán a cabo pruebas de ciclado a las formulaciones ajustadas si llegaran a existir. Respecto a la retroalimentación esta se siguió con la siguiente estructura:

- Estudio de mercado
- Llevar a cabo una discusión en base a los resultados de las pruebas de aceptación y de ciclado y tomar decisiones para preparar el lote final

## 2.12 Determinación del equipo necesario

Para ello se necesito de:

- Extrapolar el proceso de preparación de los productos a una escala piloto
- Buscar en catálogos, Internet, etc., proveedores del equipo necesario [6],[7].
- Determinar las características del equipo necesario
- Estudios de precios de los equipos propuestos con los proveedores

## 2.13 Estudio de costos y determinación del precio de venta.

Con ayuda del estudio de mercado, el balance de costos y la investigación bibliográfica que se realice, determinar el precio de venta de los productos desarrollados

En este rubro se analizaron los gastos en función de:

- ◆ Materia prima
- ◆ Material de envase
- ◆ Material de laboratorio

Además de tomar en cuenta los gastos que se realizarían al tener una microempresa, realizar un presupuesto, determinar el tiempo en el cual se recuperará la inversión inicial y finalmente determinar la rentabilidad del negocio.

## 2.14 Desarrollo del registro legal

En este punto se comenzó por investigar el tipo de instituciones involucradas para obtener los requisitos para el registro de los productos y la microempresa, posteriormente se colectaron los documentos y formas que se deben presentar ante las respectivas dependencias. Finalmente se anexaron al trabajo y se determinó el procedimiento requerido para tal propósito.

## **2.15 Análisis de resultados y conclusiones**

De acuerdo con lo obtenido durante la realización del presente trabajo, se realizó un análisis y se determinaron las causas por la cuáles se llegó a los resultados. Finalmente se concluyó y se determinaron los pasos siguientes para continuar con el establecimiento de una microempresa incluyendo las recomendaciones necesarias.

## Capítulo 3. La piel

### 3.1 Introducción

La piel no es una simple envoltura protectora del cuerpo, es una frontera activa que se interpone entre el organismo y el ambiente. No sólo controla la pérdida de fluidos valiosos, también evita la penetración de sustancias extrañas, nocivas, radiaciones y actúa como cojín frente a golpes mecánicos. También regula la pérdida de calor y transmite los estímulos que le llegan. Además, aporta señales sexuales y sociales por su color, textura y olor que posiblemente pueden ser incrementados fisiológicamente por la ciencia cosmética, e indudablemente son realzadas por el arte cosmético según las culturas. Para los cosmetólogos, es esencial el conocimiento de la estructura y función de la piel, ya se interesen por la mejora de la piel farmacológicamente o en la prevención de su lesión [8].

La superficie total de la piel oscila entre los  $2500 \text{ cm}^2$  del recién nacido a los  $18\,000 \text{ cm}^2$  del adulto, en tanto que pesa aproximadamente  $4.8 \text{ kg}$  en el hombre y  $3.2 \text{ kg}$  en la mujer.

### 3.2 Anatomía de la piel

Existen dos tipos principales de piel: velluda y lampiña. En la mayor parte del cuerpo, la piel posee folículos pilosos con sus glándulas sebáceas asociadas. Sin embargo, la cantidad de pelo varía grandemente: en casos extremos, el cuero cabelludo, con sus grandes folículos, contrasta con el rostro femenino, que tiene grandes glándulas sebáceas asociadas con folículos muy pequeños que producen pelo velloso fino y corto. La piel de las palmas de las manos y plantas del pie carecen de folículos pilosos y glándulas sebáceas, y está surcada en su superficie por crestas y surcos continuos y alternos que forman patrones de espirales, lazos o arcos característicos de cada individuo conocidos como dermatoglifos. La piel lampiña se caracteriza también por su gruesa epidermis y por la existencia de órganos sensoriales encapsulados en el interior de la dermis [8].

Anatómicamente, la piel tiene muchas capas histológicas, pero por lo general se le describe en términos de tres capas de tejidos: la epidermis, la dermis y la capa de grasa subcutánea.

*Epidermis:* La capa más externa corresponde al *estratum corneum* o *estrato córneo* que consiste en células muertas, compactadas y queratinizadas dispuestas en capas estratificadas con una densidad de alrededor de  $1.55 \text{ g/cm}^3$ . El estrato córneo es una barrera que restringe la entrada y salida de sustancias. Estructuralmente hablando el estrato córneo

es un tejido heterogéneo compuesto por células aplanadas y queratinizadas que en las capas exteriores están menos densamente empacadas que aquellas adyacentes a la capa granular. La mayor impermeabilidad del estrato córneo ha llevado a creer que existe una barrera separada en este nivel, el llamado *estratum conjunctum*, pero no existen evidencias que comprueben la existencia de semejante barrera. El análisis de datos de penetración cutánea, la evidencia de experimentaciones in vivo y las detalladas imágenes obtenidas por microscopía electrónica le dan soporte a la idea de que la barrera contra la penetración consiste en un complejo de queratina-fosfolípidos en las muertas y relativamente secas células de todo el estrato córneo [9].

Su composición es aproximadamente de 75.0% agua, 21.0% proteínas y 4.0% lípidos. Hay un conocimiento limitado de la composición química de la barrera, pero esa es la composición aproximada, distribuida en una estructura ordenada. Los aceites y lípidos en la superficie ofrecen muy poca resistencia al paso de compuestos, pero se sabe que participan en la función epidermal del agua: ya que al ser retirados se ha observado que dicha función regresa cuando los lípidos lo hacen, sugiriendo así variaciones en la permeabilidad de las membranas biológicas y dependiente de la naturaleza específica o la distribución de los lípidos contenidos en la membrana y superficie externa [9].

Debajo del estrato córneo se encuentra el *estratum lucidum* y el *estratum granulosum*. Las tres capas pertenecen a la epidermis y resultan fisiológicamente importantes porque en ellas está la barrera para la transferencia de sustancias desde la superficie. La estructura y composición química exacta de esta zona es desconocida, sin embargo es presumiblemente muy similar a las células vivas justamente debajo y las células muertas sobre ellas. La eliminación de las capas externas por medio de una lija suave, resulta en la pérdida de agua y un aumento en la permeabilidad de la piel [8].

*Dermis*: La siguiente capa histológicamente es la *dermis* o *corium* y tiene un espesor de alrededor de 0.031 cm y constituye la masa principal de la piel.

Contenidos y sostenidos en la dermis yacen vasos sanguíneos, conductos linfáticos, nervios y apéndices cutáneos como los folículos pilosos, glándulas sebáceas y sudoríferas. Es un lugar donde se pueden almacenar electrolitos, sangre y agua especialmente en los pacientes edematosos [8].

Bajo las anteriores capas yace la más interna que se compone de tejido subcutáneo graso, en donde se "fabrican" y almacenan la grasa y aceites del cuerpo.

El pH de la piel, se encuentra normalmente en valores de 6.0-6.5 [9], la acidez es resultado de la presencia de aminoácidos anfotéricos, ácido láctico y ácidos grasos secretados por las glándulas sebáceas. El término "manto ácido" de la piel se refiere a la presencia de estas sustancias solubles en casi todas las regiones de la piel. La capacidad de regulación de la piel se debe en gran parte a la presencia de estas secreciones almacenadas en las capas exteriores, la capacidad para neutralizar ácidos y álcalis varía de persona en persona, pero en general, esta capacidad varía en función directa del grosor del estrato córneo [8].

### 3.3 Cuidado de la piel

Los fabricantes de cosméticos, productos de tocador y similares tienen una obligación moral, que se refuerza por los crecientes requerimientos legales, de no comercializar sustancias perjudiciales para el consumidor. Tales sustancias, aplicadas a la piel, pueden provocar graves efectos dañinos, siendo los más frecuentes la irritación y la sensibilización alérgica. Respuestas que se encuentran menos frecuentemente son la urticaria de contacto resultante de la liberación citotóxica de histamina, escozor, fototoxicidad, fotoalergia [9].

Es necesario tener mucho cuidado al evaluar los posibles efectos adversos de las sustancias que se aplican a la piel y donde es conveniente realizar ensayos biológicos para garantizar la seguridad en su uso de modo que se reduzca al mínimo la posibilidad de reacciones adversas [9].

Al igual que en todos los demás tejidos del cuerpo humano, la piel requiere de sustancias para el mantenimiento de su estructura y su actividad metabólica. Sus necesidades son considerables. Por ejemplo, la constante producción y pérdida de las células queratinizadas en la epidermis superficial y del folículo piloso exigen el suministro de aminoácidos, y la secreción de las glándulas sebáceas requiere los componentes para la síntesis de lípidos. Estas sustancias son transportadas desde el interior del cuerpo por la circulación sanguínea. La sangre también transporta otras sustancias esenciales, tales como hormonas, que pueden afectar profundamente la función de las estructuras de la piel [8].

Cuestiones importantes se presentan hasta donde las características de la piel pueden ser afectadas por la carencia de tales sustancias esenciales, si existen requerimientos especiales que sean peculiares de la piel y si algunas deficiencias pueden remediarse por medicamentos de uso interno. Un problema adicional, de particular interés para los cosmetólogos, es el grado con que la piel puede afectarse por sustancias, ya sean nutrientes o bien hormonales, aplicadas exteriormente [8].

Las sustancias que penetran en las células de la piel de este modo experimentan uno de estos destinos: se degradan para producir energía o bien intervienen en la síntesis de grandes moléculas, que pueden tener importancia estructural o bien actúan como reserva de energía [8].

*Hidratos de carbono:* Los hidratos de carbono son la principal fuente de energía necesaria para mantener las células cutáneas y para la síntesis de sus productos. Sin embargo, también contribuyen a los componentes estructurales, por ejemplo mucopolisacáridos y pueden no ser la única fuente de energía.

*Lípidos:* Los lípidos son sintetizados en la piel por las glándulas sebáceas y en la epidermis. Los lípidos de la glándula sebácea son secretados como sebo, pero los lípidos de la epidermis se considera que están destinados a desempeñar un papel estructural en la conservación de la función protectora y en la integridad estructural del estrato córneo. Los lípidos de la superficie cutánea se diferencian de los de otros tejidos en su contenido de

cadena ramificadas y en el número de ácidos grasos impares, dos tipos de ceras diésteres e intermediarios en la vía de síntesis del colesterol, variando desde escualeno hasta lanosterol. Incubando láminas de piel con sustancias reactivas, se puede demostrar que una amplia variedad de precursores, incluyendo acetato, propionato y butirato, intermediarios del metabolismo de los hidratos de carbono y varios aminoácidos, se pueden incorporar a los lípidos. No se conocen cuáles son los substratos prioritarios *in vitro* [8].

*Aminoácidos:* La epidermis y el pelo contienen la mayoría de los veintidós aminoácidos que normalmente se encuentran en los tejidos vivos, aunque ciertas proteínas pueden contener excepcionalmente grandes cantidades de aminoácidos especiales. La proteína se considera que se sintetiza en la epidermis y folículo piloso de modo similar a la realizada en otros tejidos. Los aminoácidos se ensamblan por enlaces al ácido ribonucleico en cadenas de constitución apropiada y después se acoplan juntas en partículas especializadas en el citoplasma de las células denominadas ribosomas, siendo liberadas de estos como moléculas proteicas [8].

## Capítulo 4. El pelo

### 4.1 Introducción

La gran importancia psicológica y social del pelo en el hombre está en contraste con su completa carencia de función vital. A los mamíferos, en general, la piel les proporciona una capa aislante para la conservación del calor del cuerpo. Sus propiedades se adaptan a los cambios estacionales con mudas periódicas de pelos viejos y su sustitución por nuevos, y aún los folículos pilosos humanos permanecen dotados de tal actividad cíclica. Sin embargo, el hombre ha evolucionado hacia la capacidad de defenderse del frío. El mono, un antecesor de hace diez millones de años, fue probablemente peludo, pero los primitivos individuos de la especie humana, cuando abandonaron el bosque y se trasladaron a la sabana, iniciaron una marcha hacia la desnudez; el pelo del cuerpo comenzó a aclararse y a hacerse más corto [8].

No se perdió todo. Quedaron las cejas y las pestañas, así como el pelo del cuero cabelludo, quizás como protección frente al sol del mediodía de un animal que comenzaba a tomar la posición vertical, y a caminar, sobre los pies. La barba quedó como símbolo de virilidad. Y se destacaron, en ambos sexos, el pelo de las zonas genitales y axilares que, probablemente, estaba asociado a unidades glandulares productores de olores [8].

### 4.2 Estructura del pelo

La estructura del folículo piloso, el método por el que se elabora el pelo y su actividad cíclica, se comprende mejor con una breve referencia a su historia embrionaria. Cada uno de los folículos procede de una interacción entre la epidermis y la dermis [8].

Una lámina de epidermis, situada sobre una agregación de células dérmicas, se invagina en el interior para formar una bolsita que eventualmente engloba una pequeña papila de dermis para formar el bulbo del pelo. Las células epidérmicas que envuelven la papila dérmica proliferan posteriormente expulsando una columna de células queratinizadas, que es el tallo del pelo rodeado por la vaina interna de la raíz. En el proceso se forma un canal piloso.

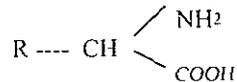
El bulbo del tallo está formado por células alargadas queratinizadas cementadas unas con otras, y se conoce como cortex. Algunos, aunque no todos, de los pelos poseen una médula continua o intermitente. El cortex está rodeado por una cutícula que procede de una fila simple de células del bulbo, pero que llega a formar de cinco a diez capas superpuestas, como las tejas de un tejado, con los bordes libres dirigidos hacia el exterior.

La vaina interna de la raíz se entrelaza con las células solapadas de la cutícula del pelo que crece y avanza con ella, pero las células queratinizadas se descaman conforme el pelo emerge de la piel. De este modo, la superficie externa de la vaina interna de la raíz se desliza frente a la vaina externa de la raíz, estacionaria, que es la parte más profunda de la pared folicular [8].

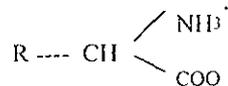
### 4.3 Química del pelo

La mayor parte del pelo y la lana está constituida por una sustancia proteica insoluble denominada queratina, la cual se forma como producto final del proceso de queratinización que tiene lugar en el folículo. También existen residuos de membranas celulares, núcleos, etc., pero éstos forman una fracción muy pequeña de la materia del pelo. También están presentes pequeñas cantidades de sustancias solubles en agua, tales como pentosas, fenoles, ácido úrico, glicógeno, ácido glutámico, valina y leucina [8].

La queratina, como otras proteínas, está compuesta por aminoácidos, sustancias de fórmula general:



O en forma de ion con cargas positiva y negativa



Que origina la mayoría de las propiedades más características de las proteínas. Se conocen aproximadamente veinticinco aminoácidos diferentes que se encuentran en las proteínas y, de éstos, dieciocho se encuentran en cantidades mesurables en la queratina. Se pueden describir y caracterizar por cadenas laterales R que pueden ser de tres tipos:

- a) Cadena inerte como en el aminoácido leucina
- b) Cadena lateral básica como en el aminoácido lisina
- c) Cadena lateral ácida como en el aminoácido ácido aspártico

Para que una molécula de proteína tenga una estructura organizada y modelada, las cadenas polipéptidas deben ser muy largas y también debe haber otros enlaces para mantener las cadenas en posiciones relativas fijas, unas respecto a las otras. Estos enlaces adicionales se pueden disponer de tres modos:

1. *Formación de puentes de hidrógeno entre cadenas polipeptídicas paralelas.* Los puentes de hidrógeno se forman por interacción del grupo amino (NH) con un grupo carboxilo (CO) adecuadamente situado. Estos enlaces individualmente son muy débiles; pero, como son muy numerosos, desempeñan una parte significativa en la estabilización de la estructura de la proteína. No obstante, la solidez estructural que imparten a una proteína está limitada por sus propiedades de alargamiento para admitir otras sustancias que puedan formar puentes de hidrógeno, tales como agua, alcoholes, fenoles, aminas, amidas, etc.
2. *Formación de enlaces iónicos entre las cadenas laterales ácidas y básicas* Como algunas de las cadenas laterales del polipéptido contienen grupos ácidos y otras contienen grupos básicos, existe la posibilidad de formación de sales entre ellas, a través de enlaces iónicos, si los grupos están favorablemente colocados.
3. *Formación de enlaces disulfuro.* La extrema solidez y la insolubilidad de la queratina del pelo se atribuyen a su gran contenido de cistina. Este aminoácido contiene dos grupos amino y dos grupos carboxilílicos: así pueden incorporarse a dos cadenas polipeptídicas que están enlazadas juntas por un enlace disulfuro. También se cree que existen algunos enlaces disulfuros a lo largo de las cadenas principales. Se han sugerido otros enlaces tales como enlaces éteres cruzados entre serina, treonina y tirosina, pero existe escasa evidencia de tales enlaces, y el comportamiento químico conocido del pelo se puede explicar en término de los enlaces hidrógeno, enlaces iónicos y enlaces disulfuros [8].

De este modo el pelo es una estructura con numerosos enlaces cruzados, y se puede considerar como una serie de fibrillas submicroscópicas con cadenas polipeptídicas tanto paralelas como enlazadas; estudios de rayos X muestran que una proporción considerable del pelo presenta una estructura cristalina (regular).

#### 4.4 Propiedades químicas del pelo

Aunque no hay espacio para clasificar exhaustivamente todas las propiedades químicas del pelo, se resumen ciertas reacciones que tienen relación directa con los detalles estructurales que ya se han tratado.

En principio, se debe admitir que cerca del cincuenta por ciento del peso de la queratina del pelo está constituida por cadenas laterales de los aminoácidos y, como consecuencia, tienen un efecto grande correspondiente con las propiedades de la totalidad de la sustancia. A causa de la variedad de estas cadenas laterales, las reacciones no están bien definidas, pero la influencia de ciertos grupos puede ser detectada en su contribución a la reactividad química total. Por ejemplo, si los enlaces disulfuro se rompen, el pelo se debilita, pero no se destruye mientras queden intactos los enlaces iónicos [8]

En condiciones normales, los enlaces de hidrógeno siempre contienen algo de agua absorbida del aire, generalmente alrededor del 9 por ciento, más o menos, dependiendo de la humedad de la atmósfera, etc. En agua líquida, el pelo absorbe agua ligada hasta aproximadamente un 30 por ciento de su propio peso [8].

La queratina del pelo es insoluble en soluciones acuosas de sales, en ácidos débiles, álcalis débiles y solución saturada y neutra de urea. En soluciones ácidas con pH comprendido entre 1 y 2 se produce un incremento en el volumen de las cadenas laterales de forma moderada, porque se rompen tanto los enlaces de hidrógeno como los iónicos. Sin embargo, la estructura permanece firme a causa de los enlaces disulfuro. En soluciones alcalinas a pH 10 el incremento en el volumen de las cadenas laterales es intenso por las mismas razones, y a pH 12 los enlaces disulfuro se empiezan a romper, incremento en el volumen de las cadenas laterales no tiene límites y el pelo pasa a la solución.

Por otro lado, el número total de cadenas laterales ácidas es aproximadamente el doble que el número de cadenas laterales básicas. Esto significa que, aunque las posiciones de los aminoácidos en la estructura de la queratina eran favorables al enlace tipo iónico, aún existen un gran exceso de cadenas laterales ácidas. Normalmente, éstas se neutralizan con iones tales como amonio, sodio, etc., y por trazas de otros metales del pelo cuando estos existen como cationes, pero estos cationes se pueden reemplazar por otros, exactamente como en un intercambiador de iones, si las circunstancias son favorables. Por ejemplo, una concentración elevada de iones sódicos (como en algunos shampoos) tenderá a convertir todo el exceso de las cadenas laterales ácidas en sales sódicas: los iones polivalentes tenderán a reemplazar iones monovalentes ( $\text{Ca}^{++}$  reemplazará al  $\text{Na}^+$ ) y los cationes con alguna actividad superficial reemplazarán a cationes inorgánicos más sencillos.

## Capítulo 5. Emulsiones

### 5.1 Introducción

Todo formulador de cosméticos sabe que las emulsiones son mezclas relativamente estables de aceites, grasas y agua, y se fabrican mezclando juntas sustancias solubles en aceite y solubles en agua en presencia de un agente emulsificante. Las emulsiones –cremas y lociones- constituyen una parte muy importante del mercado de los cosméticos; se consume mucho tiempo en el desarrollo de nuevas materias primas, tanto por proveedores como por las compañías cosméticas [9].

Las emulsiones son mezclas homogéneas de dos líquidos inmiscibles en las que existen una fase continua (líquido en mayor cantidad) y una fase discontinua (líquido en menor cantidad).

El punto de partida de este estudio es el recordar que ciertas sustancias muestran afinidad mutuamente y otras no. Una simple ilustración de este punto es que el agua y el etanol son totalmente miscibles. Sus moléculas pueden coexistir unas junto a las otras, y no muestran tendencia a separarse en zonas discretas pobladas en gran parte o exclusivamente por su propia clase. Estas dos sustancias muestran una afinidad entre sí que no se comparte por el aceite mineral y el agua. Las moléculas de la misma sustancia ejercen una influencia atrayente sobre las otras, y si no fuera por el hecho de que, en circunstancias normales, cada molécula está atraída por muchas otras de su alrededor en todas las direcciones, cada dos moléculas se unirían. Este fenómeno se denomina "cohesión", y la fuerza de cohesión entre las moléculas se atribuye a su energía cohesiva. El principio básico es que lo semejante atrae a lo semejante.

La afinidad se manifiesta por sí misma, no sólo como solubilidad sino también en el concepto de fase. Cuando dos o más sustancias en contacto coexisten como claramente diferentes y se separan en entidades, cada una de ellas se considera como una fase. En sistemas de dos fases, una de ellas se puede distribuir como un gran número de entidades distintas y separadas en la otra. En estas circunstancias, la primera se conoce diferencialmente como fase interna, dispersa o discontinua y la última, como fase externa o continua.

### 5.2 Estabilización de las emulsiones cosméticas

El problema al que se enfrenta el formulador cosmético, habiendo decidido una emulsión, es la prevención este sistema termodinámicamente inestable de la separación en capas. Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones [9]:

1. Aumentando la viscosidad de la fase externa, disminuirá la movilidad de las gotitas de la fase interna haciendo más difícil para ellas chocar unas con otras
2. Asegurando que la fase interna es de tamaño de gota más pequeño y más uniforme posible, disminuirá la probabilidad de adhesión entre dos gotas
3. Aumentando la solidez mecánica de la interfase, se hará ésta menos sensible a la ruptura con la coalescencia resultante de las gotas adheridas
4. Disminuyendo la tensión superficial, disminuirá la fuerza conductora termodinámica para la coalescencia

Se destaca que el aumento en la estabilidad que resulta de la formación de las gotitas de la fase interna de muy pequeño tamaño representa una anomalía aparente. Ya se ha demostrado que disminuyendo el tamaño de gotita se causa un rápido aumento del área superficial, y también que una gran área superficial puede únicamente lograrse, en un sistema dado, por una mayor energía absorbida. Tal sistema posee, por tanto, un elevado exceso de contenido de energía, que parece estar en conflicto con la regla de que sistemas de alto contenido de energía son menos estables que aquellos de bajo contenido de energía. Aparentemente, pues, el efecto estabilizante de una baja probabilidad de adhesión entre las gotitas de la fase interna compensa la influencia de exceso de energía superficial libre para provocar la coalescencia [8].

### 5.3 Tensoactivos y emulsificantes

Volviendo a las recomendaciones indicadas anteriormente, puede observarse que las sugerencias 3 y 4 se relacionan directamente con la interfase entre la gota de la fase interna y su medio. Se ha demostrado que es posible estabilizar emulsiones al proveer de una barrera física en la interfase que no sólo reduzca la probabilidad de su ruptura, sino que realmente prevenga que las gotitas se toquen unas con otras, al mismo tiempo que se hace más fácil la emulsificación al reducir la tensión superficial interfacial. La posibilidad de hallar sustancias que emigren y existan en una interfase aceite-agua se deriva de la idea de la afinidad química; todo lo que es necesario es que al menos parte de la sustancia debe mostrar una afinidad para el aceite y parte para el agua (aunque ninguna de las afinidades debe ser excesivamente fuerte para arrollar la otra). Inevitablemente, las sustancias que poseen estas características se han denominado tensoactivos. Los tensoactivos tienen una gran variedad de usos en la industria, distintos a los de formación y estabilización de las emulsiones cosméticas; pueden utilizarse, por ejemplo, como solubilizantes, humectantes o agentes de extensividad. Estas funciones están todas relacionadas con su papel en la emulsificación, pero cuando se diseñan y se utilizan para el último fin deben denominarse agentes emulsificantes o emulsionantes [8].

Las emulsiones cosméticas se estabilizan casi invariablemente con emulsionantes y pueden considerarse como aceite-agua (con agua como fase continua) o agua-aceite (donde el agua es la fase interna).

## 5.4 Otros factores que afectan a la estabilidad de las emulsiones

Se ha demostrado que la barrera física proporcionada por la capa molecular condensada de los emulsionantes en la interfase de una emulsión puede colaborar a evitar la coalescencia y cómo esta misma capa puede, por repulsión eléctrica e impedimento estérico, evitar que las gotitas se junten. Ambos fenómenos tienen una influencia estabilizante en la emulsión, pero intervienen otros factores que también pueden afectar a la estabilidad para mejorarla o empeorarla.

Otros de los factores que afectan a la estabilidad de las emulsiones son [10]:

1. Viscosidad de la fase continua. La viscosidad es un parámetro importante, debido a que puede variar con facilidad, generalmente por la adición de un agente espesante o gelificante
2. Relación de la fase oleosa a la fase acuosa. Aunque la proporción de la fase oleosa a la fase acuosa tiene un efecto marcado sobre parámetros como tacto, viscosidad total y apariencia de la emulsión, puede también influir en la estabilidad
3. Temperatura, la variación de la temperatura disminuye la estabilidad de una emulsión.
4. Concentración de iones en la fase acuosa

## 5.5 Evaluación de la estabilidad de la emulsión

Aunque todas las emulsiones perderán finalmente su exceso de energía rompiéndose [10], es lógicamente importante que todo producto comercial debe retener su integridad a lo largo de su vida útil. En el caso de cremas y lociones cosméticas, el formulador tiene que tener presente que muy probablemente pueden permanecer de seis a nueve meses en un estante sujetas a una variedad de condiciones de temperatura y humedad antes de que sean adquiridos. Después el comprador puede esperar que estos mismos productos resistan condiciones desfavorables de almacenamiento y contaminación microbiológica durante un periodo posterior de tiempo de tres a seis meses (mayor en algunos casos) mientras están en uso.

La importancia del empaque en la protección del producto nunca se minimiza, pues ninguna emulsión debe lanzarse al mercado hasta que se ha garantizado la completa compatibilidad de producto y envase. Sin embargo, aún antes de esto, el químico necesita información acerca de la estabilidad relativa de su emulsión para guiarle en las fases iniciales de formulación y fabricación piloto. Evidentemente, es imposible esperar doce meses antes de que se pueda llegar a una conclusión: es así cómo han sido diseñados y utilizados en laboratorios de formulación los procedimientos de ensayo de almacenamiento denominados acelerados. Estos ensayos toman dos formas complementarias las que se

diseñan para acelerar el proceso de envejecimiento de las emulsiones y las diseñadas para detectar el envejecimiento y medirlo de un modo objetivo.

Puesto que *ninguna emulsión puede ser separada de su medio*, no se pueden ignorar, en toda evaluación de estabilidad, la influencia de tales factores, como variación de temperatura, luz, vibración mecánica, oxígeno atmosférico y contaminación microbiológica. Por esta razón, casi todas las emulsiones cosméticas tienen que ser evidentemente sujetas a uno o más de los siguientes procesos de envejecimiento acelerado en algún momento de su desarrollo [11]:

1. Almacenamiento a temperatura ambiente durante nueve meses en envases de vidrio o plástico
2. Almacenamiento a 35-40 °C durante tres meses en envases de vidrio o plástico
3. Almacenamiento en envases parcialmente llenos a temperatura ambiente o elevada
4. Almacenamiento a bajas temperaturas (-5 a +5 °C) durante tres meses
5. Almacenamiento en cámaras con ciclo de congelación-descongelación (-5 a +30 °C, dos ciclos en veinticuatro horas)
6. Ensayos de centrifugación
7. Ensayos de contraste microbiológico

Otro enfoque para la monitorización de la ruptura de la emulsión es monitorear la constante dieléctrica o conductividad eléctrica de la mezcla [11].

## 5.6 Control de calidad y análisis de la emulsión.

Las siguientes propiedades de las emulsiones son las más comúnmente examinadas para fines de análisis y control de calidad [11].

1. Densidad. En el comercio se dispone de varias clases de picnómetros para usar con las emulsiones
2. Viscosidad aparente. En la industria de los cosméticos se utilizan varios métodos de *determinación* de esta propiedad. Todavía es mejor la medida de la viscosidad aparente en dos velocidades de cizalla (preferentemente con una diferencia de diez veces en el valor de la cizalla), puesto que la relación de las dos lecturas da una indicación del grado del comportamiento no-newtoniano.
3. pH
4. Contenido de agua. Probablemente el mejor método es la titulación Karl-Fischer
5. Contenido volátil. Se suele medir por la pérdida de peso durante veinticuatro horas en una estufa a 110 °C
6. Estabilidad de las emulsiones (Sección 5.2)

7. Identidad química de las fases separadas. Se puede requerir con finalidad de evaluación de emulsiones de composición desconocida o para comprobar que ciertos ingredientes claves (como los conservadores) se han añadido a la emulsión que se somete al examen. Este es un asunto bastante especializado y normalmente se reserva para el experto químico analítico, aunque análisis de este tipo se citan a veces en la literatura general.

## Capítulo 6. Materias primas utilizadas

### 6.1 Gel para baño

#### 6.1.1 Introducción

En los últimos años los productos comercializados para el baño han sufrido una considerable evolución, tanto en términos de volumen como en la variedad de productos disponibles. En particular, productos que anteriormente dominaron el mercado, tales como sales de baño, tabletas y cristales son ahora mucho menos populares y han sido sustituidos en gran parte por los baños de espuma. Estos baños de espuma, actualmente, incluyen aceites para baño, geles para baño, lociones corporales para después del baño e incluso los más recientes productos hidroalcohólicos.

Un buen producto de baño espumoso debe presentar las siguientes características [8]:

1. Debe proporcionar abundante espuma a mínima concentración de detergente.
2. La espuma debe ser estable, especialmente en presencia de jabón y suciedad, y dentro de amplios límites de temperatura. Las propiedades simultáneas de estabilidad de espuma y facilidad de eliminación del baño no se han logrado en la práctica, y se debe intentar proporcionar una espuma razonable, pero sin excesiva estabilidad. Eludiendo el uso del jabón, naturalmente, es posible evitar la ruptura prematura de espuma y, por tanto, satisfacer los requerimientos estéticos del que se baña y facilitar la posterior eliminación del agua sucia del baño.
3. Debe impedir la formación del anillo de la bañera
4. No debe ser irritante a los ojos, piel ni mucosas. A los baños de burbujas se les ha culpado de producir síntomas de irritación en el tracto urinario inferior, y es esencial comprobar el grado de irritabilidad potencial de todos esos productos antes de comercializarlos
5. Debe tener un poder detergente adecuado de modo que limpie el cuerpo con eficacia. Para contrarrestar una aspereza excesiva para la piel, se recomienda incluir un emoliente de la piel a baja concentración

## 6.1.2 Materias primas utilizadas en geles para baño

### 6.1.2.1 Agentes de espuma

Es evidente que el agente de espuma es el ingrediente más importante de todos los productos para el baño de espuma, y se debe tener mucho cuidado en su elección.

Cuando se selecciona un tensoactivo es importante tener presente las propiedades que debe presentar un buen baño de espuma. De los muchos tensoactivos actualmente disponibles, los aniónicos son los más ampliamente utilizados; tanto los no iónicos como los anfóteros son, también, de considerable interés. Los catiónicos, sin embargo, a causa de incompatibilidad con jabones y otros aniónicos, y su más acusada irritabilidad para los ojos, se utilizan raramente en formulaciones de los baños de espuma.

Entre los tensoactivos aniónicos más comúnmente utilizados están las sales de sodio, amonio y alcanolamidas de alcohol graso-sulfatos, alcoholes graso éter sulfatos.

Los alcoholes graso-sulfatos, principalmente los lauril sulfatos, fueron los primeros aniónicos de alguna importancia que se utilizaron como agentes primarios de espuma en los baños de esta índole. Aunque forman menos espuma instantánea que los aún más utilizados alcoholes graso éter sulfatos, frecuentemente su espuma se considera mucho más cremosa; esta propiedad, junto con su irritación potencial relativamente baja, sensación de suavidad para la piel e inhibición de la formación del anillo en la bañera, ha contribuido al extensivo uso de los lauril sulfatos [8].

Quizás los más populares de los tensoactivos usados en baño de espuma sean los alcoholes graso éter sulfatos, especialmente las sales sódicas y, en particular, los basados en alcoholes lauril-mirístico y que contienen 2-3 moles de óxido de etileno por mol del alquil éter sulfato. Abundante espuma independiente de la dureza del agua, razonable estabilidad de la espuma en presencia de jabón, esencias de grato olor, aditivos oleosos y detritos del cuerpo, junto con buena compatibilidad con la piel, hacen que estas sustancias sean especialmente elegidas para productos del baño. Se ha logrado un elevado grado de progreso, cuando un dispersante de jabón cálcico evita la formación del anillo, o cerco, en la bañera, aun con aguas muy duras. Otras ventajas de estos tensoactivos son su pigmentación, que permite el empleo de colores muy delicados de pastel, su buena respuesta de viscosidad electrolítica y un poder de disolución poco frecuente para los perfumes [8].

Los tensoactivos no iónicos no forman adecuada espuma y, por consiguiente, no son utilizados como espumantes primarios. En cambio, los componentes no iónicos de baños de espuma se emplean para estabilizar la espuma, incrementar la viscosidad del producto o solubilizar los ingredientes que se utilizan para el cuidado de la piel y perfumes. Entre los tensoactivos no iónicos que se usan en los baños de espuma, los de mayor empleo son las alcanolamidas.

Las alcanolamidas constituyen una amplia gama de tensoactivos y comercialmente se dispone de muchos tipos. Las dietanolamidas tienden a ser usadas en baños de espuma en forma líquida, como consecuencia de su mayor solubilidad en agua, son difíciles de superar económicamente como "boosting", además regulan y estabilizan la espuma y aportan viscosidad en los baños de espuma convencionales basados en alquil sulfatos y alquil éter sulfatos [9].

### 6.1.2.2 Perfumes

No es cuestionable que el perfume empleado en un baño de espuma es de extrema importancia: es quizá, de igual importancia a la del ingrediente espumante. La mayor parte de las grandes compañías que comercializan baños de espuma gastan una gran cantidad de tiempo y dinero en la selección de los perfumes para sus productos. Evidentemente, un buen perfume debe transmitir la imagen de "marketing" de la marca, y también debe cumplir con los siguientes requisitos [8]:

1. Debe ser notable al abrir el frasco
2. Debe ser fresco y tener suficiente volatilidad para producir un fuerte impacto
3. Debe ser persistente, proporcionando sensación de frescura y bienestar.
4. Debe ser estable durante la vida comercial del producto

La concentración de perfume empleado varía entre uno y cinco por ciento, [8] dependiendo de las limitaciones del costo. La naturaleza de los ingredientes del perfume puede exigir el uso de solubilizantes adicionales, los más comunes son los no iónicos.

Debido a su compleja naturaleza, frecuentemente los perfumes originan problemas de estabilidad al producto. No sólo afectan a la estabilidad del olor, sino que originan decoloración, alteran el sistema conservante y provocan la inestabilidad en productos transparentes, opalescentes y emulsiones. No se debe subestimar la necesidad de adecuados ensayos de estabilidad de todo nuevo producto [9].

### 6.1.2.3 Controladores de la viscosidad

El problema de lograr una viscosidad adecuada de los productos líquidos no es sencillo, pues depende de muchos factores, tales como la elección y concentración del tensoactivo y del regulador de espuma. Incluso se han encontrado ciertos perfumes que tienen un efecto significativo en la viscosidad. Generalmente, las sales inorgánicas, tales como cloruros de sodio y potasio, se utilizan para espesar el producto cuando es posible [9].

#### 6.1.2.4 Color

La coloración de los baños de espuma es importante en "marketing", y se debe tener cuidado al elegir los matices en el producto seleccionado para que sean estables. Es evidente que si los productos se comercializan en frascos transparentes se deben realizar adecuados ensayos a la luz[8]. Antes de seleccionar finalmente un sistema de color se debe comprobar cuidadosamente las exigencias requeridas del país en que se van a comercializar los productos.

#### 6.1.2.5 Conservadores

Se debe contener una cantidad adecuada de conservante para prevenir el ataque de mohos y bacterias, particularmente de especies de *Pseudomonas*. El ataque bacteriano puede producir opacidad en productos que pretenden ser transparentes, separación en productos emulsionados y perlantes y pueden producir alteraciones en los sistemas de perfumado y coloración. La conservación es cuestión de seleccionar un conservante apropiado de acuerdo con los requerimientos legislativos del país de venta [8].

### 6.2 Shampoo para el cabello

#### 6.2.1 Introducción

Actualmente los shampoos constituyen uno de los principales productos utilizados de la higiene personal por todos los sectores de la población.

La función fundamental del shampoo es la de limpiar el pelo del sebo, detritos del cuero cabelludo y residuos de tratamientos capilares. Aunque cualquier detergente eficaz puede cumplir esta misión, la limpieza debe ser selectiva y preservar una cantidad del aceite natural que cubre el pelo y, sobretodo, el cuero cabelludo. Se ha demostrado que, cuando se emplea alguno de los mejores limpiadores se presentan efectos colaterales indeseables y, en efecto, algunos autores incluyen la limpieza entre las funciones de shampoo, solo como objetivo secundario. La opinión de que los shampoos deben ser detergentes ineficaces [8], parte principalmente de la teoría de que los efectos posteriores de la aplicación del shampoo –dificultad de peinar el pelo, aspereza a las manos, carencia de brillo y vuelo cuando se peina el cabello seco – son debidos a la excesiva eliminación del aceite del pelo. Este supuesto es a primera vista bastante razonable, pero un examen posterior demuestra que está muy simplificado; si el sebo de algún modo cumple una función natural de protección y aumenta el brillo y la lubricación del pelo, también posee el

inconveniente de atraer y atrapar polvo y suciedad, y tiene un efecto potencial negativo en el mantenimiento de la forma y tacto del pelo

Los detergentes convencionales del tipo aniónico parecen ocasionar efectos posteriores desagradables para el pelo aproximadamente en proporción a su poder de eliminación de grasa, pero muchas otras sustancias que eliminan grasa aparentemente no ocasionan deterioro de las características del pelo. Así, si el pelo se extrae con éter o tricloroetileno se puede de modo rápido volver esencialmente exento de grasa, aunque sus características se hallen casi inalteradas. El pelo aún permanecerá suave, lustroso y fácil de peinar, y de darle forma. Incluso entre los detergentes, se han encontrado algunos que eliminan relativamente poco sebo, pero dejan al pelo con malas características, y otros que limpian bastante profundamente sin dañar el pelo [8]. De este modo, no existe ninguna relación causa-efecto entre el aceite residual y las características del pelo, y corresponde al químico cosmético encontrar el equilibrio exacto entre la adecuada eliminación de suciedad y las características deseables del pelo.

Este equilibrio entre limpieza y acondicionamiento se debe seleccionar con cuidado, y también se debe considerar el tipo de mercado a que se destina.

### 6.2.2 Evaluación de detergentes como bases de shampoos

Aunque medidas tales como tensión superficial y tensión interfacial se pueden usar frecuentemente como ensayos de selección para eliminar detergentes no adecuados, no existen sustitutos de los ensayos prácticos orientados hacia la selección de detergente para shampoo. Hay varias razones de la causa de esto, siendo la más importante el hecho de que los efectos posteriores del shampoo frecuentemente son factores decisivos. Con la amplia gama de sustancias disponibles es tarea, relativamente fácil encontrar sustancias que limpien adecuadamente el pelo y proporcionen un enjabonado adecuado. El criterio final que a continuación se aplica en la selección del detergente es su efecto en el pelo.

Estos efectos se observan mejor en ensayos comparativos realizados en el mismo sujeto misma cabeza, puesto que diámetro, cantidad, grasa y tratamientos anteriores del pelo pueden afectar al resultado. Tales ensayos comparativos se realizan partiendo el pelo por la mitad, y lavando una parte con una preparación detergente, y con la alternativa, la otra parte. Se debe tener precaución para que se garantice que la cantidad de trabajo mecánico aplicado por las manos del operador ser la misma en ambos lados, y obviamente se mantendrán constantes la temperatura del agua, la cantidad de enjuague, la dureza del agua, etc., en cada experimento. Los siguientes son puntos a considerar [8]:

- 1 *Facilidad de extensibilidad.* Facilidad con que el shampoo se puede distribuir sobre el pelo
- 2 *Producción de espuma.* Generalmente se requiere una espuma abundante como primera percepción sensorial de eficacia, aunque se puede renunciar a esto si se considera el logro de una suavidad mayor

3. *Eliminación eficaz de la suciedad* La eliminación en agua blanda y dura de la suciedad, exceso de grasa y detrito del cuero cabelludo: se ha propuesto que los agentes de limpieza se deben preseleccionar *in vitro*, estudiando la actividad de detergencia sobre mechones de pelo ensuciados con sebo sintético
4. *Facilidad de enjuague*. Algunos shampoos se eliminan muy rápidamente enjuagando, otros continúan formando espuma después de un enjuagado que parece no tener fin, lo que puede resultar muy molesto
5. *Facilidad de peinar el pelo húmedo* Esto evalúa la aspereza y la tendencia de enredo, inmediatamente después del tratamiento con el detergente, bajo condiciones en que estos defectos son más manifiestos.
6. *Brillo del pelo*. El consumidor puede no querer el producto si no se presenta brillo en el pelo
7. *Velocidad de secado*. El secado del pelo es una de las operaciones más tediosas en el proceso normal del lavado con shampoo y, en el caso de tratamientos que se realizan en salones de belleza, el más costoso en términos de tiempo y equipo
8. *Facilidad de peinado y fijado del pelo seco* Cuando el pelo está seco, cualquier aspereza inducida por el detergente durante la operación de lavado con shampoo aparece como una resistencia al peinado y, lo que es más importante, como una tendencia a producir una electricidad estática cuando el peine estira el pelo. Esto es un serio impedimento para el peinado.
9. *Seguridad*. El shampoo detergente debe ser seguro de usar para el cuero cabelludo, y no se debe ocasionar ninguna irritación, enrojecimiento ni otra incomodidad durante su uso.

### 6.2.3 Materias primas utilizadas en el shampoo.

#### 6.2.3.1 Tensoactivos principales y sus auxiliares

Los detergentes no iónicos tienen suficiente actividad limpiadora como para ser considerado como detergentes de shampoos, pero muy pocos tienen suficiente poder espumante. Por tanto, se utilizan más como tensoactivos auxiliares, algunos son notables impulsores y estabilizadores de espuma, otros se han utilizado en consideración a sus propiedades emulsionantes y extrema suavidad en shampoos no irritantes. Sin embargo, se han desarrollado nuevos no iónicos que poseen buenas propiedades espumantes *per se* y que se pueden utilizar como tensoactivos principales [9]

Los detergentes catiónicos pueden parecer ser ideales para shampoos; forman buena espuma y muchos de ellos tienen razonable poder de limpieza. Además también dejan el pelo con excelentes características –fácil de peinar y dar forma, brillo y libre de carga electrostática-. Desgraciadamente, presentan dos serias desventajas: tendencia a disminuir el peso del pelo y un comportamiento algo nocivo, especialmente para el tejido de la córnea

del ojo. Sin embargo, actualmente se dispone de catiónicos no irritantes, y su combinación con adecuados no iónicos y anfóteros ayuda a reducir aún más los riesgos de irritación.[9]

Los restantes dos grupos de detergentes, los aniónicos y los anfóteros, son ambos adecuados como base para shampoos. Los aniónicos son, con mucho, los tensoactivos más extensamente utilizados por sus propiedades excelentes de formación de espuma y costo más bajo. Sin embargo, los anfóteros, que se usan sólo para desempeñar un papel auxiliar en virtud de sus buenas propiedades acondicionadores del pelo, actualmente están teniendo una preferencia creciente a causa de su contribución a la suavidad.

#### 6.2.3.1.1 Tensoactivos aniónicos

Los detergentes aniónicos más extensamente utilizados en shampoos populares son los alquil sulfatos, especialmente los derivados de los alcoholes laúrico y mirístico.

Se acepta comúnmente que los lauril sulfatos dan más volumen de enjabonado, y más riqueza los miristil sulfatos, de modo que una mezcla de los dos proporcionan un resultado satisfactorio [8].

El lauril sulfato sódico supera todas las otras sales en rapidez y volumen de espuma. Normalmente, se obtiene como polvo blanco. Esta sustancia es poco soluble en agua fría, pero su solubilidad aumenta grandemente con la temperatura, de modo que a la temperatura normal del shampoo (35 – 40 °C) se pueden preparar soluciones bastante concentradas [9].

El lauril sulfato amónico también ha alcanzado alguna popularidad por la calidad de su espuma y buena solubilidad y ser más estable que la sal sódica con relación a la hidrólisis en medio ácido (pH 4-5), permitiendo la formulación de shampoos con bajo pH.

#### 6.2.3.1.2 Tensoactivos no iónicos

Las alcanolamidas de ácido graso no tienen por sí mismo gran uso en shampoos, pero son de gran importancia como aditivos de detergentes aniónicos.

Las dietanolamidas se venden como productos líquidos (hasta la dietanolamida del mirístico) o sólidos de baja temperatura de fusión. Son bastante útiles como aditivos de shampoos, aunque sus cualidades sinérgicas como espesantes y espumantes no son tan grandes como las correspondientes monoetanolamidas; sin embargo, ofrecen mejor solubilidad –la dietanolamida del ácido oleico es un emulsionante-[9]

Las cualidades de mejorar la formación de espuma de estos compuestos no han sido explicadas claramente, pero es probable que formen complejos con los iones lauril sulfatos en la interfase aire-agua, quizás a través de débil atracción iónica entre iones sulfato, y el débil grupo catiónico amida [9].

### 6.2.3.1.3 Betainas

Este término genérico se refiere a compuestos zwitteriónicos derivados de la trimetilglicina, conocidos como betaína, siendo un grupo metilo sustituido por un radical graso o un radical graso amino alquílico.

Estos tensoactivos son suaves y efectivos limpiadores con propiedades elevadas de formación de espuma, comparables a los alquil sulfatos por las características de formación súbita de espuma. Además, los comportamientos de la espuma no están afectados por cualquier variación de pH. Las betaínas son compatibles con catiónicos, aniónicos o no iónicos y presentan propiedades adicionales interesantes espesantes, y, por esto ofrecen un amplio campo de uso [9].

Las amido betaínas son algo más suaves y, por tanto, encuentran un gran interés, además de la ya ampliamente desarrollada cocamidopropilbetaína.

### 6.2.3.2 Modificadores de la viscosidad

El espesamiento de un shampoo se puede lograr incluyendo varios tipos de compuestos, tales como [8]:

1. Electrolytos: 1-4% de cloruro amónico o sódico en alquiléter sulfatos incrementa apreciablemente la viscosidad
2. Gomas naturales (karaya, tragacanto), alginatos
3. Derivados de celulosa (hidroxietil, hidroxipropil, carboximetil) que protegen al pelo del nuevo depósito de suciedad y hacen la espuma más suave.
4. Polímeros carboxivinílicos (Carbopol 934® y 941® de Goodrich-CTFA B; Carbomer) que, además, promueven la estabilidad del shampoo.

## 6.3 Enjuague para el cabello

### 6.3.1 Introducción

Los acondicionadores, usados principalmente por la mujer, tienen como objetivo mejorar, restaurar y mantener las características del pelo. El enjuague, como su nombre lo indica, es seguido habitualmente por un enjuague de agua, y cuya finalidad es la de combatir enredos y hacer más fácil el peinado. También son llamados acondicionadores. Los enjuagues y acondicionadores se presentan de modo similar a los tipos más antiguos de *lijadores capilares femeninos*, y la mayor parte de ellos toman la forma de crema líquida. La frontera entre enjuagues y acondicionadores se hace incluso vaga, debido al desarrollo de enjuagues transparentes que incrementan las propiedades acondicionadoras, garantizando el nombre de enjuague-acondicionador transparente [8]. No obstante, el principal requerimiento es proporcionar el efecto acondicionador.

Si el desarrollo de los enjuagues es *comparativamente un fenómeno reciente*, la idea y su necesidad eran evidentes desde hace mucho tiempo. Los antepasados de los enjuagues fueron los jugos de limón y vinagre utilizados por las mujeres para eliminar la nata de los jabones cálcicos depositada en el pelo por los jabones toscos empleados en tiempos antiguos. Además de disociar las sales de calcio, el enjuague ácido lleva el pH del pelo próximo al punto isoeléctrico y ayuda a mantener su integridad; los hidroxiacidos se han utilizado ampliamente en este aspecto. Sin embargo, los enjuagues modernos nacieron con el uso de un tensioactivo catiónico, cloruro de estearildimetilbenzilamonio, asociado con alcoholes grasos; el compuesto más conocido es el Triton X 400 (Rohm and Hass), una solución acuosa que contiene un 20% de cloruro de estearildimetilbenzilamonio y un 5% de alcohol estearílico. Esta asociación mejora la manejabilidad del cabello y su facilidad de peinado en húmedo y seco, y da un tacto suave al pelo [8].

### 6.3.2 Materias primas utilizadas en el enjuague

La queratina es una resina aniónica, y como consecuencia presenta afinidad preferente por sustancias catiónicas. Algunos tratamientos, tales como la decoloración, incrementan marcadamente esta característica creando zonas ácido sulfónicas fuertemente aniónicas; la exposición prolongada al sol y a la atmósfera ambiental tienen efectos similares, aunque en menor extensión. Así, no es sorprendente que los acondicionadores primeramente comercializados en 1945 estuviesen basados en el empleo de un agente tensioactivo catiónico cloruro de cetilmetilamonio; y aún se usa [8]. Las mejores propiedades acondicionadoras las proporcionaron compuestos alquílicos de cadenas largas. Pequeñas cantidades de estos derivados de amonio cuaternario mejoran la manejabilidad, previenen el vuelo suelto neutralizando las cargas negativas en el cuero cabelludo y, en cierto grado, proporcionan cuerpo [9]. Desde entonces se han propuesto e introducido en los acondicionadores una amplia variedad de otros agentes tensioactivos catiónicos.

Generalmente se destaca una irritación inferior (o ausencia de irritación) para el pelo, y la piel comparada con los agentes tensoactivos anteriores; también ofrecen una mayor flexibilidad en la formulación, e imparten propiedades especiales (aumenta cuerpo, suavidad, volumen elasticidad) al pelo [9]. Un ejemplo son los fosfatos de amonio cuaternario etoxilados, amino-amidas de ácido graso cuaternizadas derivadas de ácidos lanólicos y aceite de visón, y derivados N-acil colaminoformilmetilpiridinio.

Los agentes acondicionadores han sido un objeto principal de estudio. Además de los tensoactivos diseñados específicamente, estos agentes incluyen una extensa variedad de sustancias tales como sustancias grasas (lanolina, aceite mineral), productos naturales (polipéptidos, aditivos procedentes de plantas, derivados de huevo) y resinas sintéticas. Su objeto es influir favorablemente en la manejabilidad, tacto y brillo del pelo [8], cubriendo la total gama de magnitudes dependientes de la naturaleza del pelo, sus características, compatibilidades varias y los particulares deseos del consumidor.

## Capítulo 7. Estudios de preformulación

### 7.1 Introducción

Se realizaron diferentes formulaciones preliminares del gel para baño, shampoo y acondicionador para conocer los excipientes relevantes de cada producto, e identificar los factores que los afectan como son: acción limpiadora, apariencia y viscosidad para el gel para baño y el shampoo. En el caso del acondicionador se analizó la capacidad acondicionante de las diversas materias primas. De esta manera se identificaron los factores que afectan a las variables de respuesta

Para realizar estos estudios se tomaron como base las diferentes formulaciones proporcionadas por dos proveedores: BF-Goodrich Y Conjunto Lar [5],[6] seleccionados por su servicio y calidad. Partiendo de dichas formulaciones, se evaluaron distintas variables de respuesta como pH, viscosidad, aspecto y aroma; y algunas específicas de cada producto como: capacidad acondicionante para el caso del acondicionador para cabello, espuma y sensación en la piel después del lavado en shampoo y gel para baño.

### 7.2 Parámetros de evaluación

Al momento de realizar el trabajo experimental no se contaba con todo el equipo necesario para monitorear dichos factores. Por este motivo se recurrió a soluciones alternas como el elaborar escalas propias para evaluar las variables de respuesta, puesto que no se contaba con el equipo adecuado para ello.

En el caso del shampoo y el gel de baño, se plantearon dos variables de respuesta: la viscosidad y la calidad de la espuma obtenida. En el acondicionador las variables fueron: viscosidad y aspecto. Así que se diseñaron las siguientes escalas:

Tabla 1 Escala para determinar la calidad de la espuma en el gel para baño y shampoo

Cantidad	Valor	Apariencia	Valor	Remoción	Valor
Abundante	3	Compacta	3	Fácil	2
Suficiente	2	Semabierta	2	Difícil	1
Baja	1	Abierta	1	Absoluta	0
Nula	0	Nula	0		

Para asignar los valores de cantidad y calidad se asignó el valor de 3 (Abundante) a la espuma generada por el Texapon N-5 sin ningún otro excipiente, para el valor de 2 (suficiente) se usó una mezcla 50:50 de Texapón N-5-Agua; para el valor de 1 (Baja) se utilizó una mezcla 25:75 de Texapón N-5 -Agua y finalmente para nulo se empleó únicamente agua. Para el factor remoción se utilizó Texapón N-5 sin ningún otro excipiente para el valor de 1 Absoluto o valor de 0 empleando únicamente agua y para el valor de 2 o Fácil remoción se utilizó una mezcla 50:50 de agua- Texapón N-5

Tabla 2. Escala para determinar la viscosidad en los diferentes productos.

Interpretación	Valor
Alta densidad	5
Media -alta densidad	4
Media	3
Baja	2
Nula	1

Para asignar los valores de Alta densidad se empleó únicamente Comperlane C-850 (100%), para densidad media-alta se empleo una mezcla 75 25 de Comperlane C-850-Agua, para viscosidad media se uso una mezcla 50 50 Comperlane C-850-Agua mientras que para viscosidad baja se empleo una mezcla 25.75 Comperlane C-850-Agua, y finalmente para viscosidad nula se empleo únicamente agua destilada

Tabla 3. Escala para determinar el aspecto del acondicionador

Emulsión	Valor	Grumos	Valor
Blanca	2	Ausencia	2
Color diferente al blanco	1	Presencia	1

Para determinar el aspecto del acondicionador se comparó el blanco propuesto con una hoja de papel bond blanco y cualquier color distinto a este se consideró como diferente y se le asignó un valor de 1, mientras que si coincidía con el color blanco de la hoja se le asignó un valor de 2. Respecto a los grumos, estos se evaluaron a simple vista. Asignando un valor de 2 a la ausencia y un valor de 1 a la presencia.

En el caso de la tabla 1 y 3. Los valores que se asignaron a cada formulación realizada están dados por la suma de los valores correspondientes a la descripción de cada uno de los rubros presentes en la tabla. Sin embargo, cuando la descripción se encontraba entre las mencionadas en la escala se tomó el valor promedio, por ejemplo: a una espuma compacta a semiabierta correspondía un valor de 2.5.

Para facilitar la evaluación de las diferentes materias primas, se anexa una tabla en el Anexo I en donde se resumen: nombre comercial, nombre químico, características, propiedades, aplicaciones, costos y proveedor de cada una.

Se diseñó una nomenclatura con el propósito de simplificar la clasificación y referencia de los productos. Para ello se tomó la primera letra del nombre del producto, acompañada del número de formulación. Así, para el acondicionador se tienen las formulaciones: A1, A2 y A3, lo mismo para el gel para baño y el shampoo.

En el diseño de experimentos la nomenclatura cambió ya que ahí se tomo como base de clasificación los niveles altos y bajos con los que se manejó. En el siguiente capítulo se explica con detalle la nomenclatura utilizada en el diseño de experimentos.

## 7.3 Gel para baño

### 7.3.1 Introducción

Se emplearon formulaciones proporcionadas por los proveedores de Conjunto Lar y de BF-Goodrich. La diferencia entre las dos, es que la formulación del catálogo de Goodrich contenía *Carbopol ETD 2020* (que es el carbómero de elección para productos que contiene detergentes en una alta concentración, pues otros tipos de carbómero de la misma línea como el *Carbopol 940* y el *Carbopol Ultrez 10* son sensibles a este tipo de compuestos [1]). Mientras que, la formulación proporcionada por Conjunto Lar no emplea carbómeros. Se propusieron 4 formulaciones conteniendo *Carbopol ETD 2020*<sup>1</sup> y 4 sin *Carbopol ETD 2020*; se varió también el tensoactivo primario y secundario utilizado con el propósito de observar las variaciones en la calidad y cantidad de la espuma generada, así como el de obtener un mínimo conocimiento sobre el comportamiento de la materia prima.

Las características más importantes de cada una de las formulaciones realizadas se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 4. Factores evaluados en las formulaciones de las pruebas preliminares correspondientes al Gel para Baño<sup>2</sup>

Contenido	Formulaciones con Carbopol				Formulaciones sin Carbopol				
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
<i>Carbopol ETD 2020</i>	0.9	0.9	0.9	0.9	<i>Texapon N-5</i>	2.0	2.0	2.0	2.0
<i>Sulfopon 30</i>	18.3	18.3	0.0	0.0	<i>Dehyton KB</i>	6.0	6.0	6.0	6.0
<i>Dehyton KB</i>	0.0	0.0	18.3	18.3	<i>Comperlane C-850</i>	5.5	3.0	0.0	0.0
<i>Texapón N-5</i>	5.0	0.0	5.0	0.0	<i>Plantarem APB</i>	0.0	0.0	6.0	24.0
<i>Texapón N-5G</i>	0.0	5.0	0.0	5.0	<i>Sulfopon 30</i>	7.0	7.0	7.0	7.0
<i>Comperlane C-850</i>	1.0	1.0	1.0	1.0	<i>Metilparabeno</i>	0.2	0.2	0.2	0.2
EDTA	0.2	0.2	0.2	0.2	<i>Propilparebano</i>	0.2	0.2	0.2	0.2
<i>Metilparabeno</i>	0.2	0.2	0.2	0.2	<i>Agua cbp</i>	cbp 100 g	cbp. 100 g	cbp. 100 g	cbp. 100 g
<i>Propilparabeno</i>	0.1	0.1	0.1	0.1					
<i>NaOH (liq)</i>	q.s pH=6	q.s pH=6	q.s pH=6	q.s pH=6					
<i>Agua Desionizada</i>	cbp 100 g	cbp. 100 g	cbp. 100 g	cbp 100 g					

Las formulaciones están expresadas en por ciento peso en peso

Para la formulación G1 y G2 el surfactante primario fue *Sulfopon 30*<sup>1</sup>. *Sulfopon 30* es laurilsulfato de sodio, un tensoactivo con excelentes propiedades espumantes [12]. Para

<sup>1</sup> Las características más importantes de este compuesto se encuentran en el anexo I

<sup>2</sup> Las órdenes de producción de estas formulaciones se encuentran en el anexo II

la formulación G3 y G4 el surfactante primario utilizado fue el *Dehyton KB*<sup>1</sup>. El *Dehyton KB* se empleó por ser un derivado de amida de ácido graso con estructura de betaína, el cual es un tensoactivo anfótero, el cual es compatible con tensoactivos aniónicos, éter sulfatados (tipo *Texapón*), catiónicos y no iónicos [12].

Para las formulaciones G1, y G3 se empleó como surfactante secundario *Texapón N-5*<sup>1</sup>. Para las formulaciones G2 y G4 se empleó como surfactante secundario *Texapón N-5G*<sup>1</sup>. Ambos surfactantes son derivados del lauril éter sulfato de sodio que presenta buenas propiedades espumantes además de ser ampliamente usado en la fabricación de productos de limpieza de cuidado personal [12].

En las formulaciones sin Carbopol se optó por variar las concentraciones del viscosante empleado. *Comperlane C-850*<sup>1</sup>, una dietanolamida de ácidos grasos, la cual, además de ser un viscosante que mejora la acción de lavado de los tensoactivos, estabiliza la espuma y mejora la sensación de suavidad del cabello y de la piel [12]. Así mismo se evaluó la concentración de *Plantarem APB*<sup>1</sup>, que es una mezcla de lauril y lauret sulfato de amonio, lauramida DEA y lauril glucósido, lo que lo convierte en un surfactante altamente activo de buena propiedades limpiadoras y que posee una excelente potenciación en la viscosidad [12].

Cabe hacer notar que la formulación G6 no se realizó debido a que es una concentración baja de *Comperlane C-850* y como la alta ya se había realizado dando como resultado una buena viscosidad, se decidió no realizar la formulación G6.

### 7.3.2 Resultados

Los resultados encontrados se muestran a continuación:

Tabla 5. Resultados de las pruebas preliminares al diseño de experimentos del gel para baño

FORMULACION	PH	VISCOSIDAD	ESPUMA	ASPECTO
G1	6	3	4	Turbio, burbujas
G2	6	3	5	Turbio, muchas burbujas
G3	6	4	5	Turbio, burbujas
G4	6.5	4	5	Turbio, burbujas
G5	6.5	4	5	Translúcido, aspecto amarillento
G6	No se realizó			
G7	6	1	6	Translúcido, aspecto amarillo claro
G8	6	4	6	Translúcido, aspecto amarillo claro

Los valores de viscosidad y espuma fueron obtenidos comparando nuestros productos con las escalas 1 y 2

<sup>1</sup> Las características más importantes de este compuesto se encuentran en el anexo I

### 7.3.3 Análisis de Resultados

Tomando en cuenta la información técnica del Anexo I y los resultados de la tabla 5, se presenta el siguiente análisis y sus conclusiones:

- En las formulaciones donde se empleó el *Carbopol ETD 2020* como agente espesante, los geles obtenidos resultaron turbios y poco fluidos. Esto fue debido a que la concentración de *Carbopol ETD 2020* empleada [5] no fue la adecuada y a que las burbujas de aire que se quedan atrapadas en el gel.
- Por otro lado se realizaron pruebas adicionales, en las que se varió la concentración de *Carbopol ETD 2020*, en dichas pruebas se observó que esta concentración (la recomendada por el distribuidor BF Goodrich para el gel de baño, a saber 0.9%)[5] es útil para darle una buena viscosidad al gel, pero el gel se vuelve turbio, por ello no se eligió esta materia prima pues proporciona un aspecto desagradable al producto
- En las formulaciones donde se empleó *Carbopol ETD 2020*, la eliminación de los detergentes de la piel resultó más difícil además de que la sensación jabonosa permanecía por más tiempo.
- El *Carbopol ETD 2020* es una materia prima cara, en comparación con el *Comperlane C-850* y el *Plantarem APB* Ver anexo VII
- En cuanto a las viscosidades, las formulaciones que contenían *Carbopol ETD 2020* tuvieron en general viscosidades más bajas que las comparadas con los agentes viscosantes como el *Comperlane C-850* y el *Plantarem APB* cuando estos se encontraban en concentraciones altas.
- Los geles que contenían los agentes viscosantes en altas concentraciones son translúcidos y de viscosidad adecuada, lo que los hace cumplir perfiles propuestos para este producto.
- En cuanto a las formulaciones proporcionadas por Conjunto Lar, en general tuvieron mejor aspecto y viscosidad. En particular se eligieron dos de ellas, las que contenían tanto *Comperlane C-850* como *Plantarem APB* en una concentración alta, ya que ambas son translúcidas y de buena viscosidad, sin embargo, la que contenía el *Comperlane C-850* tenía una ligera coloración amarilla producida por la naturaleza del *Comperlane C-850* que es de color ámbar.
- El *Plantarem APB* es una materia prima más costosa que el *Comperlane C-850*
- La espuma generada por las formulaciones que contienen *Comperlane C-850* y *Plantarem APB* es de buena consistencia y apropiada para un gel de baño
- Una característica del gel para baño es que sea de limpieza profunda, ya que para las condiciones en que será utilizado (alta humedad, naturaleza, ríos, etc.) se necesita este tipo de limpieza para remover la suciedad que tendrá el cuerpo entero.
- La formulación G8 (*Plantarem APB* alto) es la que obtuvo la mejor calificación en cuanto a viscosidad y calidad de espuma. Pero hay que recordar que el *Plantarem APB* es una materia prima más costosa.
- La formulación G5 obtuvo una muy buena calificación y el *Comperlane C-850* es un compuesto más económico y, además de ser viscosante, es un estabilizador de la espuma, lo que es muy importante en la formulación de un gel para baño.

- El pH de todas las formulaciones realizadas está en un rango entre 6 y 7, lo cual consideramos es bueno, pues los jabones tradicionales suelen tener valores de pH mucho mayores y por tanto suelen ser más agresivos.

### 7.3.4 Conclusión

Para el diseño de experimentos se eligió optimizar la formulación G5 que contiene *Comperlane C-850* como agente viscosante y como tensoactivo ya que al estar este compuesto en la formulación se mejora la limpieza de los agentes de limpieza, dando una limpieza más profunda y más adecuada a las necesidades de un gel para baño. Se descartó la formulación con *Plantarem APB* en concentración alta como agente viscosante ya que el precio del producto se elevaba y los resultados fueron bastante buenos con el *Comperlane C-850* tanto en pruebas de lavado realizadas como en la apariencia de los productos. Se observa claramente que esta formulación obtuvo una buena calificación tanto en viscosidad como en la calidad de la espuma (ver tabla 5).

## 7.4 Shampoo

### 7.4.1 Introducción

Al igual que en el Gel para Baño, se emplearon las formulaciones de Conjunto Lar y de BF-Goodrich, la diferencia entre ellas es que la formulación del catálogo de Goodrich contiene *Carbopol ETD 2020*, mientras que la de Conjunto Lar no. Se propusieron 4 formulaciones conteniendo *Carbopol ETD 2020*, pues como se explicó anteriormente este carbómero es el más adecuado para preparar productos de limpieza y cuidado personal que contengan una cantidad considerable de tensoactivos[5], y 4 sin *Carbopol ETD 2020*: se varió también el tensoactivo primario y secundario utilizado. Esto se realizó con el objeto de obtener conocimientos base sobre las materias primas.

De las cuatro formulaciones conteniendo *Carbopol ETD 2020* solo se realizaron 2 debido a que el *Carbopol ETD 2020* da una apariencia turbia en la concentración de *Carbopol ETD 2020* utilizada, como se observó en la elaboración del gel de baño: sin embargo la viscosidad proporcionada a esta concentración (0.8 %) es buena. Finalmente el perfil del producto deseado es de un shampoo transparente, por lo que se optó por no realizar las demás formulaciones y eliminar el uso del *Carbopol ETD 2020*.

En cuanto a las formulaciones sin *Carbopol ETD 2020*, se obtuvieron en general buenos resultados. Se varió el tensoactivo utilizado así como la concentración del agente viscosante o espesante, que nuevamente fue *Comperlane C-850* y *Plantarem APB*

Las características más importantes de cada una de las formulaciones realizadas se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 6. Factores evaluados en las formulaciones de las pruebas preliminares al Diseño de Experimentos correspondientes al Shampoo

Contenido	Formulaciones con Carbopol				Contenido	Formulaciones sin Carbopol			
	S1	S2	S3	S4		S5	S6	S7	S8
<i>Carbopol ETD2020</i>	0.8	0.8	1.0	1.0	<i>Comperlane C-850<sup>1</sup></i>	3.0	5.0	0.0	0.0
<i>Texapón N-5<sup>1</sup></i>	16.0	0.0	16.0	0.0	<i>Plantarem APB<sup>1</sup></i>	0.0	0.0	10.0	20.0
<i>Texapón N-5G<sup>1</sup></i>	0.0	16.0	0.0	16.0	<i>Texapón N-5<sup>1</sup></i>	22	22	10	10
<i>Sulfofan30<sup>1</sup></i>	16.0	16.0	16.0	16.0	<i>Dehyton KB</i>	3 0	3 0	3 0	3 0
Comperlane C-850	1.2	1.2	1.2	1.2	Ac.Cítrico	0.2	0.2	0.2	0.2
Metilparabeno	0.2	0.2	0.2	0.2	Metilparabeno	0.2	0.2	0.2	0.2
Propilparabeno	0.2	0.2	0.2	0.2	Propilparabeno	0.2	0.2	0.2	0.2
EDTA	0.2	0.2	0.2	0.2	Agua destilada	cbp. 100g	cbp. 100g	cbp. 100g	cbp. 100g
Trietanolamina	0.4	0.4	0.4	0.4					
Agua desionizada	cbp. 100 g	cbp. 100g	cbp. 100g	cbp. 100g					

Los valores mostrados están expresados en porcentaje en peso (w/w)

## 7.4.2 Resultados

Los resultados encontrados se muestran a continuación:

Tabla 7. Resultados de las Pruebas Preliminares al Diseño de Experimentos del Shampoo

FORMULACIÓN	pH	VISCOSIDAD	ESPUMA	ASPECTO
S1	5	2	4	Turbio
S2	5	2	4	Turbio
S3			No se realizó	
S4			No se realizó	
S5	4.5	2	6	Translúcido, color amarillento
S6	4.5	4	6	Translúcido, color amarillento
S7	4.5	1	6	Translúcido, color amarillo claro
S8	4.5	5	6	Translúcido, color amarillo claro

## 7.4.3 Análisis de Resultados

Tomando en cuenta la información técnica del Apéndice I y los resultados de la tabla 7, se presenta el siguiente análisis:

- El *Carbopol ETD 2020* provoca turbidez, esto pudo haberse debido a que el *Carbopol ETD 2020* estaba sucio, pero no fue así, ya que se hizo un blanco de *Carbopol ETD 2020* solo en menor concentración y se observó que la turbidez se

presenta a la concentración de *Carbopol ETD 2020* recomendada por BF-Goodrich [5]. Se observó que a esta concentración se presenta una viscosidad relativamente buena, aunque baja de acuerdo al perfil buscado. Si se incrementara la concentración de *Carbopol ETD 2020* se obtendría mejor viscosidad pero más turbidez. Por esta razón se decidió no realizar las formulaciones S3 y S4 que contenían una concentración mayor de *Carbopol ETD 2020*.

- El *Carbopol ETD 2020* es una materia prima costosa y que por los resultados encontrados no es esencial en la formulación
- Se observó que los shampoos que contenían *Carbopol ETD 2020* producían menor espuma, además de que era difícil su completa eliminación
- Las viscosidades de los shampoos realizados con *Carbopol ETD 2020* fueron bajas, lo que llevó a descartar a esta materia prima, además de que resultaban turbios y con demasiadas burbujas, afectando el aspecto del producto
- Al descartar el *Carbopol ETD 2020* como un componente se observó que las formulaciones S6 y S8 podían ser utilizadas como prototipo para el diseño de experimentos, debido a que presentaron buen aspecto y viscosidad, que son dos factores importantes del perfil del producto.
- La formulación S6 contiene *Comperlane C-850* como viscosante y *Texapón N-5* como tensoactivo principal (al 22%). La formulación S8 contiene *Plantarem APB* como viscosante y *Texapón N-5* como tensoactivo secundario (al 10%). Se sabe que el *Plantarem APB* contiene lauril sulfato de amonio y lauret sulfato de amonio [12], los cuales son tensoactivos que son mucho menos agresivos que el *Texapón N-5* el cual contiene lauril éter sulfato de sodio.
- Se sabe que el cuero cabelludo es más sensible que la piel.[31] por lo que se recomienda un agente menos agresivo. Este hecho se confirma al observar que los jabones de barra son más agresivos que los shampoos
- Debido a que el *Comperlane C-850* es una materia prima color ámbar y aunque se usa en concentraciones bajas, provoca que los productos realizados con él sean un poco más amarillentos que los shampoos que no contienen el *Comperlane C-850* como viscosante. Lo anterior no afecta ostensiblemente en las formulaciones ya que no es un color intenso que resulte desagradable, además de que los envases son de color azul, que impiden la apreciación de esta ligera coloración y en cambio, los beneficios encontrados respecto a la viscosidad al emplear *Comperlane C-850* son mayores.
- Al comparar la viscosidad entre el producto con el *Comperlane C-850* y con el *Plantarem APB* se observa que el *Plantarem APB* proporciona una viscosidad cercana a lo deseado para el producto.
- El pH de los shampoos realizados con *Carbopol ETD 2020* fue 0.5 unidades mayor que el de los realizados sin *Carbopol*.
- El pH de las formulaciones realizadas solo varió en 0.5 unidades

## 7.4.4 Conclusión

Al saber que el *Plantarem APB* además de ser un excelente agente viscosante es menos agresivo que el *Comperlane C-850*, se optó por proponer la formulación S8 como la base de lo que será el diseño de experimentos. Los shampoos para bebé caracterizados por ser suaves y para personas susceptibles a la irritación [9] utilizan este agente [12]. Al lograr formular un shampoo poco agresivo y de buenas propiedades espumantes y detergentes, la calidad del producto se eleva comparativamente con los que se encuentran en hoteles para los huéspedes. Se consideró que, aunque se aumentaba el costo del producto al emplear *Plantarem APB*, es recomendable dado el aumento sustancial en la calidad del producto.

## 7.5 Enjuague para el pelo

### 7.5.1 Introducción

Se emplearon dos formulaciones de Conjunto Lar ya que BF-Goodrich no poseía información al respecto. Los factores variados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8. Factores evaluados en las formulaciones de las pruebas preliminares correspondientes al Acondicionador<sup>1</sup>.

Formulación	A1	A2	A3
Cutina MD	2.0	2.0	2.0
<i>Dehyquart A</i>	3.0	6.0	0.0
<i>Dehyquart C4046</i>	0.0	0.0	4.0
Eumulgin B-1	1.0	1.0	1.0
Lanolina	0.8	0.8	0.8
Alcohol cetílico	3.6	3.6	3.6
Metilparabeno	0.2	0.2	0.2
Propilparabeno	0.2	0.2	0.2
Agua desionizada	cbp 100%	cbp 100%	cbp 100%

Los valores mostrados se encuentran expresados como porcentaje en peso (w/w)

*Cutina MD*<sup>1</sup> es un emulsificante integrado por monodiglicéridos de ácidos palmítico y esteárico, además de ser emulsificante es un agente para incrementar la consistencia [12]. Por otra parte *Eumulgin B-1*<sup>1</sup> es un alcohol cetosteárico con 12 moles de óxido de etileno, que tiene como propiedad el emulsificar sustancias nocivas a la emulsión y produce emulsiones fluidas o semifluidas [12].

Respecto a *Dehyquart A*<sup>1</sup> y *Dehyquart C-4046*<sup>1</sup>, ambos son agentes acondicionantes, sin embargo el primero de ellos además de poseer poder humectante, propiedades emulsionantes y aumentar la manejabilidad del cabello, tiene capacidad

<sup>1</sup> Las características más importantes de este compuesto se encuentran en el anexo I

Respecto a las viscosidades encontradas, las formulaciones con *Dehyquart A* fueron mucho más fluidas y por lo tanto mejores para los fines de un acondicionador de cabello. Cabe señalar que se compararon las viscosidades cualitativamente de varias marcas comerciales y tuvieron una viscosidad parecida a la formulación A2. La formulación A3 es demasiado viscosa y en su aspecto tenía grumos, por lo tanto esta formulación no se consideró.

#### **7.5.4 Conclusión**

La formulación A2 se tomó como base para el diseño de experimentos ya que fue la de mejor consistencia. A partir de esta se variarán los niveles de *Cutina MD* (emulsificante) y *Dehyquart A* (agente acondicionante), para mejorar la consistencia y la capacidad acondicionante del producto.

## Capítulo 8. Diseño de experimentos

### 8.1 Introducción

Una vez realizados los estudios de preformulación, se eligió una fórmula base de la cual partió el diseño de experimentos. Para cada producto se plantearon metas y objetivos particulares; además se establecieron los factores y niveles que se modificaron para observar su influencia sobre las variables de respuesta.

En cada producto, las órdenes de producción se aleatorizaron para asignar a la persona responsable de elaborar la formulación, esta se realizó de manera independiente para asegurar reproducibilidad y validez estadística.

En el diseño de experimentos se evaluaron las mismas variables de respuesta que en los estudios preliminares y por esta razón se utilizaron las mismas escalas propuestas en el capítulo anterior.

Para poder interpretar de mejor manera los resultados obtenidos se presentan tablas independientes de cada producto en las que se muestran las variables de respuesta. La manera en la que se analizan es la siguiente:

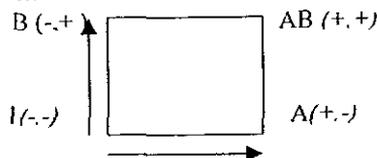
Tabla 10. Forma en que se evaluarán los resultados de los duplicados

Formulación	Respuesta 1	Respuesta 2	Suma de Respuestas
I	4	5	9
A	2	2	4
B	1	2	3
AB	2	3	5

La primera columna corresponde a los niveles bajo y alto de los factores A y B que se están evaluando:

- I. Corresponde a un nivel bajo de A y de B
- A. Corresponde a un nivel alto de A y un nivel bajo de B
- B. Corresponde a un nivel alto de B y un nivel bajo de A
- AB. Corresponde a un nivel alto tanto de A como B

De tal suerte que si se representaran los niveles de los factores en una superficie de respuestas, se tendría los siguiente:



En cada uno de los vértices del cuadrado se muestran los niveles de cada factor. Así para un nivel alto de uno de los factores se tendría un valor de +1 mientras que para un nivel bajo se tendría un valor de -1. Finalmente para la interacción de los factores, ambos en niveles altos se tendría un valor de +1,+1.

Por otro lado, la columna con el nombre "Respuesta 1" contiene los resultados de la variable de respuesta que se está analizando de acuerdo a la escala propuesta, mientras que la columna "Respuesta 2" contiene la misma información, sólo que para el duplicado. La última columna "Suma de respuestas" es el resultado de la suma de las dos columnas anteriores. Por ejemplo para la formulación 1, la respuesta 1 tiene un valor de 4, y la respuesta 2 un valor de 5, el promedio de ambos valores será 9.

Una vez que se realizó lo anterior para cada variable de respuesta, los resultados del suma de respuesta se analizaron estadísticamente según el método de Yates para encontrar los efectos de los factores sobre las respuestas obtenidas. En el anexo VII se muestra la forma en la que se calcularon los efectos de los factores según el método de Yates.

Cabe señalar que para cada variable se planteó una respuesta numérica que era la deseada de acuerdo a la escala correspondiente. En el diseño de experimentos se buscó que el valor de la respuesta obtenida fuera lo más similar al esperado, o en caso contrario que partir de la ecuación obtenida para cada factor se optimizara para llegar al resultado esperado.

Posteriormente se construye una tabla ANOVA (análisis de varianza) para analizar estadísticamente la significancia de los efectos producidos por los niveles evaluados en los distintos factores. La manera en que se construyó esta tabla se ejemplifica en el anexo VII.

Finalmente al graficar las respuestas obtenidas en cada variable se pudo identificar la zona donde se encontraba la mejor formulación. La cual se consideró la formulación ideal, por ser la más cercana al valor esperado. Cabe señalar que los valores mostrados en los vértices de cada figura corresponden a la suma de respuestas obtenida para la formulación indicada.

## 8.2 Gel para baño

### 8.2.1 Planeación del diseño de experimentos para el gel para baño

#### 8.2.1.1 Metas y Objetivos

**Metas:** Obtener la formulación óptima para un gel para baño, translúcido con aroma a frutas de la zona

**Objetivos:**

Se desea obtener un gel:

- Transparente
- Viscosidad adecuada para poder vaciarse fácilmente de botellas de hotel de plástico tipo PETE
- Aroma a frutas
- Para la limpieza de todo el cuerpo
- Producción de espuma abundante a semiabierta
- Alto poder limpiador

**8.2.1.2 Factores y sus niveles**

- Factor A= Concentración de Comperlane C – 850
- Factor B = Concentración de Texapón N-5

Tabla 11. Factores y niveles modificados en el diseño de experimentos para el gel para baño

Factor	Característica	Nivel alto	Nivel bajo
A	Concentración de Comperlane	6.5%	4%
B	Concentración de Texapón	25%	15%

Los valores de porcentaje estan expresados referidos al peso (w/w)

**8.2.1.3 Variables de respuesta**

- Al modificar la concentración de Comperlane C-850, la viscosidad del producto se alterará
- Al variar la concentración de Texapón N-5, las propiedades espumantes del producto y la acción de limpieza se modificarán

### 8.2.1.4 Diseño

Tabla 12. Factores modificados en cada formulación del diseño de Experimentos

Característica	Orden de producción	Factor A	Factor B	Operador
I	15	-	-	Operador 1
I	17	-	-	Operador 2
A	11	+	-	Operador 1
A	12	+	-	Operador 2
B	14	-	+	Operador 2
B	16	-	+	Operador 1
AB	10	+	+	Operador 2
AB	13	+	+	Operador 1

El número que aparece en Orden de Producción corresponde a la Orden de producción de acuerdo al orden que se siguió desde las pruebas preliminares al Diseño de Experimentos, y este número continuó incrementándose a medida que los estudios avanzaron. Factor A y factor B son los factores que se evaluaron. Concentración de Comperlane C-850 y Concentración de Texapón N-5, respectivamente. El símbolo (+) se usa para indicar un nivel alto y el símbolo (-) es empleado para indicar un nivel bajo. En la última fila se muestra el nombre del operador, cabe señalar que la asignación de formulaciones se realizó por aleatorización.

### 8.2.1.5 Planteamiento del diseño de experimentos

En la siguiente tabla se resumen las características de las formulaciones realizadas:

Tabla 13. Formulaciones del Diseño de Experimentos para el gel de baño

Sustancia	Formulación (cantidad en gramos)			
	I	A	B	AB
Texapón N-5	11.3	11.3	18.8	18.8
Comperlane C-850	3.0	4.9	3.0	4.9
Sulfopon 30	5.3	5.3	5.3	5.3
Dehyton KB	4.5	4.5	4.5	4.5
Metilparabeno	0.2	0.2	0.2	0.2
Propilparabeno	0.2	0.2	0.2	0.2
Agua desionizada	cbp 75	cbp 75	cbp 75	cbp 75
Base coco	0.5	0.5	0.5	0.5

Componentes de las formulaciones planteadas para el diseño de experimentos solo se muestran cuatro de ellas, ya que la serie I, A, B y AB son los duplicados de las formulaciones correspondientes, y por lo tanto poseen los mismos ingredientes.

## 8.2.2 Resultados del diseño de experimentos del gel para baño

Se evaluaron dos características en dos niveles diferentes, tales son:

Tabla 14. Factores y niveles modificados en el Diseño de Experimentos par el gel para baño

Factor	Característica	Nivel alto	Nivel bajo
A	Concentración de <i>Comperlane C-850</i>	6.5 %	4%
B	Concentración de <i>Texapón N-5</i>	25%	15%

Los valores de porcentaje están expresados referidos al peso (w/w)

Con estos factores se buscó modificar la calidad de la espuma y la acción detergente, mediante la adición de *Texapón N-5*. Por otro lado, se buscó incrementar la viscosidad, mejorar la acción de lavado y limpieza, y así observar la influencia positiva que posee el *Comperlane C-850* en las propiedades de aplicación de agentes de limpieza (como el *Texapón N-5*), además de que mejora la sensación de suavidad de la piel.

Se muestran los resultados concentrados en una sola tabla, de esta manera podemos hacer comparaciones más fácilmente. Posteriormente se analizan cada uno de los rubros individualmente:

Tabla 15. Resultados condensados del diseño de experimentos del gel para baño<sup>1</sup>

Formulación	A	B	pH	Viscosidad	Aroma	Espuma	Valor asignado a espuma
I	-	-	7.5	4	Coco	Cantidad suficiente, espuma semiabierta y de fácil remoción	6
I	-	-	7.5	4	Coco	Cantidad suficiente, espuma semiabierta y de fácil remoción	6
A	+	-	7.5	2	Ligero a Coco	Cantidad suficiente, espuma abierta a semiabierta y de fácil remoción	5.5
A	+	-	7.5	2	Coco	Cantidad suficiente, espuma semiabierta y de fácil remoción	6
B	-	+	7.5	1	Coco	Cantidad suficiente, espuma abierta y de fácil remoción	5
B	-	+	7.5	1	Coco	Cantidad suficiente, espuma abierta de fácil remoción	5
AB	+	+	7.5	5	Coco	Cantidad suficiente, espuma semiabierta y de fácil remoción	6
AB	+	+	7.5	5	Coco	Cantidad suficiente, espuma semiabierta y de fácil remoción	6

<sup>1</sup> Las órdenes de producción de estas formulaciones se encuentran en el anexo II

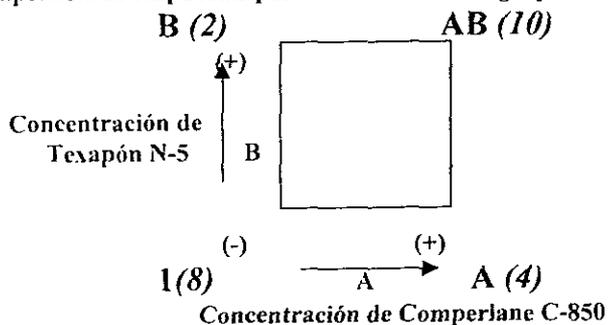
### 8.2.3 Tratamiento de datos obtenidos del diseño de experimentos

A continuación se analizarán por separado cada una de las variables de respuesta, de acuerdo a la representación gráfica del diseño de experimentos:

Tabla 16. Resultados de la viscosidad, valor buscado  $\approx 5$ , es decir, la suma de respuestas esperada es de 10

Formulación	Fórmula	Duplicado	Suma de Respuestas
I	4	4	8
A	2	2	4
B	1	1	2
AB	5	5	10

Superficie de respuestas para la viscosidad del gel para baño.



Al analizar los datos obtenido por medio del método de Yates se obtienen los siguientes coeficientes y efectos para la variable de respuesta viscosidad:

Tabla 17 valores encontrados de los efectos y coeficientes en la viscosidad

Factor	Efecto	Coefficiente
-	6	3
A	1	0.5
B	0	0
AB	3	1.5

De acuerdo al método de Yates, al analizar estos resultados la ecuación que describe el modelo es:

$$Y=3+0.5A+0.0B+1.5AB$$

Al realizar una tabla ANOVA para viscosidad en el gel de baño se tiene lo siguiente:

Tabla 18. Tabla ANOVA para el análisis de la viscosidad del gel para baño

Factor	F calculada
A	0.7
B	0.0
AB	6.3

Se observa claramente que las formulaciones que poseen los dos niveles altos o los dos niveles bajos, son los que presentan la mejor viscosidad, cabe señalar la formulación **AB** que posee los dos niveles altos de los factores variados, posee la viscosidad óptima, pues el valor obtenido es igual al valor esperado

Al comparar la formulación **1** con la **A** se observa que en la primera, que contiene el *Comperlane C-850* (viscosante) en su nivel bajo presenta una mayor viscosidad, que la segunda. Se esperaría lo contrario, ya que el *Comperlane C-850* es un agente viscosante, lo cual le conferiría una mayor viscosidad al producto a medida que la concentración de esta materia prima se incrementa; pero, por los resultados obtenidos se puede inferir que el *Comperlane C-850* (viscosante) debe estar en cierta proporción con respecto al tensoactivo primario (*Texapón N-5*), para ejercer su acción.

Lo anterior se observa claramente con las formulaciones **1** y **AB** es las que los niveles de los factores variados se encuentran en sus niveles bajos y altos respectivamente; en ambas formulaciones se observa un incremento en la viscosidad, frente a aquellas en las que se varían las proporciones de los niveles altos y bajos, como son la **A** y **B**.

Debido a las viscosidades que presentan las formulaciones **B** y **A**, se descartaron para cualquier tipo de pruebas de lavado, ya que en primera instancia la viscosidad obtenida no fue la adecuada para un gel para baño.

Por lo tanto, la formulación **1** y la formulación **AB** son las que presentaron mejor viscosidad. Y aunque la formulación **1**, poseía un valor muy cercano al esperado para esta variable de respuesta, el valor que se obtuvo para la formulación **AB** es el esperado, pues de acuerdo al perfil del producto se buscaba una viscosidad alta, para que al momento de la aplicación del gel para baño, no se resbale antes de lavar.

Hasta este punto no era posible discriminar entre la formulación **1** y la **AB**, basados únicamente en el criterio de la viscosidad que presentó cada formulación, por lo que se recurrió al análisis de los resultados obtenidos para la segunda variable de respuesta: calidad de la espuma deseada. Sin embargo, refiriéndose exclusivamente a viscosidad, se observa que: la región óptima de formulación para este factor se encuentra alrededor del valor de 5, es decir, si se desea optimizar aún más la formulación se deberán modificar las concentraciones de surfactante y agente viscosante a partir de las propuestas para la

formulación AB, es decir 6.5 % de Comperlane C-850 y 25% de Texapón N-5 tomando esta como base

Respecto al análisis de la información obtenida a partir del método de Yates, se puede ver que el mayor efecto de los niveles sobre la formulación es el de la interacción AB, pues la ecuación que describe a este modelo muestra un valor de 1.5 para el factor AB, que es el más alto del conjunto de factores analizados.

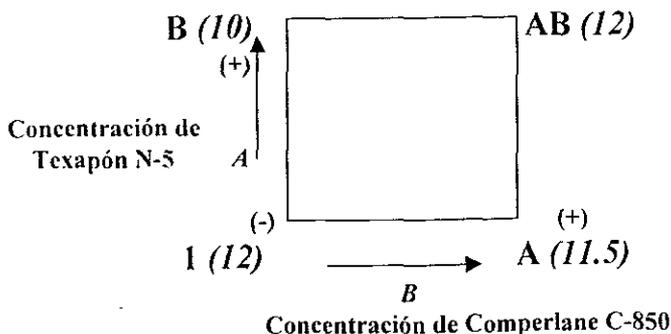
Estadísticamente los valores encontrados para la  $F$  calculada son menores que los de  $F$  en tablas para un grado de libertad en el numerador y 7 en el denominador. Esto significa que no hay diferencia significativa. Sin embargo, el valor más próximo al de  $F$  en tablas es el que se obtuvo para la formulación AB. Lo anterior nos indica que para obtener valores de  $F$  calculada mayores que los encontrados en tablas, y que de esta manera los cambios sean estadísticamente significativos se requiere de modificar más el diseño de experimentos, o bien, modificar las escalas de medición para obtener mayor sensibilidad en las medidas para detectar variaciones más pequeñas.

Sin embargo los resultados obtenidos proporcionaron el perfil deseado por lo que no se cambió el diseño de experimentos y se trabajó con la formulación ideal obtenida, cuyos coeficientes tenían un mayor efecto en la formulación y que además sus características se ajustaban al perfil deseado para el producto.

Tabla 19. Resultados de la calidad de la espuma obtenida del gel para baño. Valor buscado = 7, es decir, la suma de respuestas esperada es de 14.

Formulación	Fórmula	Duplicado	$\Sigma$ Respuestas
I	6	6	12
A	6	5.5	11.5
B	5	5	10
AB	6	6	12

#### Superficie de respuestas para evaluar la espuma del gel para baño



Al analizar los datos obtenidos por medio del método de yates se obtuvieron los siguientes coeficientes y efectos para la variable de respuesta viscosidad:

Tabla 20. Valores encontrados de los efectos y coeficientes en la espuma producida por el gel para baño

Factor	Efecto	Coefficiente
-	11.375	5.69
A	0.375	0.19
B	-0.375	-0.19
AB	0.625	0.31

Y de acuerdo al método de Yates, al analizar estos resultados, se encuentra que la ecuación que describe a este modelo es:

$$Y = 5.69 + 0.19A - 0.19B + 0.31AB$$

Analizando ahora la tabla ANOVA para la espuma producida en el gel de baño, tenemos:

Tabla 21. Tabla ANOVA para el análisis de la espuma del gel para baño

Factor	F calculada
A	1.34
B	1.34
AB	3.72

Se deberá *confrontar* la F calculada anteriormente con la F encontrada en tablas, para un valor de significancia del 99.9% y con 1 grado de libertad para el numerador y 7 grados de libertad par el denominador, que en este caso este valor de F en tablas es de 12.2.

Respecto a la *calidad de la espuma* obtenida, se puede decir que, la formulación B, se acerca a las características de la espuma requerida para un gel de baño. Sin embargo, la viscosidad que presento está *muy lejos* de la que se desea para este producto. Lo mismo sucedió con la formulación A, lo cual las convirtió en formulaciones no adecuadas según el perfil que se planteó para el producto.

Sí bien, la formulación I, poseía un *valor numérico* muy cercano al esperado respecto a la calidad de la espuma deseada, así como un incremento en la viscosidad frente a las formulaciones anteriores, esta respuesta aún *no era* la adecuada para los objetivos planteados, por lo que se descartó del estudio.

Por lo anterior, la formulación AB, fue seleccionada como la formulación óptima de acuerdo al perfil planteado, es decir, la formulación que poseía los niveles altos de ambos factores (esto es : Comperlane C-850 al 6.5% y Texapon N-5 al 25%).

Dado que no había diferencia entre la espuma producida por la formulación 1 y la generada por la formulación AB, se tuvo que recurrir a la viscosidad que poseían ambas formulaciones, como parámetro para seleccionar a la formulación más adecuada de acuerdo a los objetivos planteados al inicio del diseño de experimentos.

Respecto a los valores de los coeficientes encontrados a partir del método de Yates para la variable calidad en la espuma, se puede ver que el mayor efecto lo presenta la interacción AB, pues en la ecuación de este modelo es precisamente la interacción de ambos factores quien posee el mayor valor, lo cual indica que la respuesta calidad de la espuma estará más influenciada por un cambio en la concentración de ambos factores que origine una interacción entre ellos.

En cuanto a los valores encontrados para la F calculada, estos nuevamente son menores que los de la F en tablas, lo que nos indica que no hay un cambio estadísticamente significativo. Sin embargo los hechos muestran que tanto la formulación 1 como la AB son las más cercanas a los valores esperados y si difieren mucho de los resultados obtenidos en donde el efecto es debido a un solo factor A ó B.

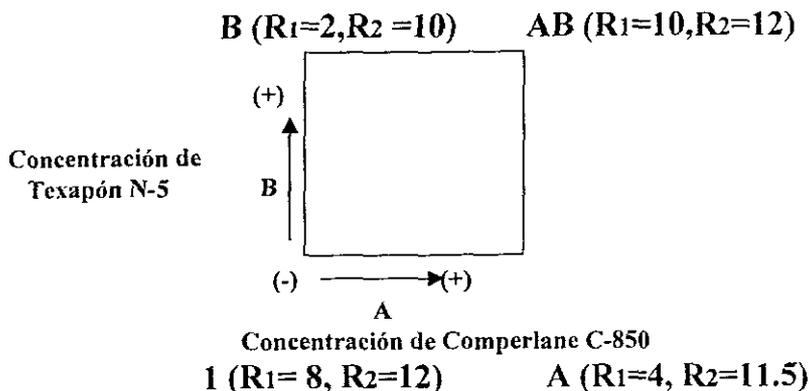
Esto nos indica que para obtener valores de F calculada mayores que la F en tablas, se requeriría de modificaciones al diseño de experimentos. Sin embargo, nuevamente los resultados que se obtuvieron permitieron acercarnos al perfil deseado al inicio del diseño de experimentos, por lo que este no se modificó y se partió de la formulación óptima que se obtuvo, cuyo coeficiente al mismo tiempo tenía el mayor efecto en la respuesta y las características que presentó se acercaban muy bien la perfil deseado. Otra alternativa para lograr que la F en tablas sea menor que la F calculada puede ser el mejorar las escalas de evaluación porque probablemente al no contar con un instrumento que proporcionara lecturas de las respuestas que fueran más sensibles puede ser que se hayan perdido valores que influían en el cálculo de la suma de cuadrados y con ello de la F calculada. Por lo que, se recomienda emplear una escala más sensible, es decir que a pequeñas variaciones nos permita detectar cambios en la respuesta.

Cabe señalar, que al momento de realizar el lavado, es importante la cantidad de agua que se emplee así como la técnica de lavado que se realice, pues de esto dependerán factores importantes como la calidad de la espuma que se obtenga y la facilidad de remoción del producto. Por esta razón se encuentran algunas variaciones en el concentrado de resultados, aunque se minimizaron al aplicar los criterios de la escala propuesta.

Tabla 22. Resultados finales del gel para baño. Valor buscado de la suma de respuestas = 10 para viscosidad y 14 para espuma

Formulación	Viscosidad	Espuma	Resultado Final
1	8	12	20
A	4	11.5	1.5
B	2	10	12
AB	10	12	22

Superficie de respuestas para evaluar tanto viscosidad como espuma producida por el gel de baño.



$R_1$ = viscosidad del gel de baño

$R_2$ =espuma producida por el gel de baño

#### 8.2.4 Análisis de Resultados

De acuerdo al tratamiento de los resultados del diseño de experimentos la mejor viscosidad se obtuvo con la formulación **AB**, es decir la que contenía altas concentraciones de A y B (*Comperlane C-850* al 6.5% y *Texapón N-5* al 25%). De esta forma, la formulación **AB** fue la más adecuada para la viscosidad deseada. Esto confirmó lo que se encontró al analizar los resultados.

Respecto a la segunda variable de respuesta, la calidad de la espuma; el tratamiento de los resultados del diseño de experimentos indicó que el mayor valor encontrado para esta variable lo tenían la formulación **1** (aquella en la que las concentraciones de *Comperlane C-850* y *Texapón N-5* se encontraban bajas) y la formulación **AB** (concentraciones de viscosante *Comperlane C-850* y tensioactivo *Texapón N-5* en sus niveles altos). Sin embargo, la viscosidad de la formulación **1** no es la óptima, por lo que la siguiente formulación que se asemejaba en cuanto a la calidad de la espuma era la que poseía los niveles de agente viscosante y de tensioactivo en sus concentraciones más altas, formulación **AB**. De esta forma, al analizar en la superficie de respuestas los valores que se obtuvieron de cada experimento puede verse que las dos formulaciones más cercanas al perfil propuesto para el gel de baño, fueron la formulación **1** y la formulación **AB** que en las variables de respuesta viscosidad y calidad de la espuma producida presentaron los valores más altos. Y sabiendo que dichas unidades son proporcionales al nivel de aceptación de

cada variable, la formulación **AB** es la que más se asemeja al perfil requerido para este producto. Así que como conclusión se puede decir que la formulación óptima obtenida a través de este diseño de experimentos es la formulación **AB** o aquella en la que ambos factores *Comperlane C-850* (agente viscosante) y *Texapón N-5* (surfactante) se encuentran en sus niveles más altos.

Por lo anterior, si se desea optimizar aún más la formulación del gel para baño, se debe partir de las características de las formulaciones **AB** (*Comperlane C-850* al 6.5% Y *Texapón N-5* al 25%) considerando esta como base.

En cuanto al aspecto de las formulaciones, las 4 resultaron ser translúcidas con un color ligeramente amarillo, y los porcentajes de sus niveles y su concentración no alteraron su aspecto.

El pH fue uniforme en todas las formulaciones, lo cual indica que los diferentes porcentajes y los diferentes factores no alteraron el aspecto de las formulaciones ni sus propiedades fisicoquímicas (como el pH), solo cambió la viscosidad.

Respecto al aroma, se utilizó un porcentaje del 0.5% y con este se logró un buen aroma tanto al destapar el envase como al momento del lavado donde se incrementa la intensidad de la fragancia.

Debido a la viscosidad que se requiere para el producto, el dosificado en las botellas de plástico tipo PETE se realizó en caliente, aprovechando las propiedades fluidas que poseía el producto en ese momento.

Finalmente respecto al tratamiento de los resultados del diseño de experimentos se pudo comprobar que le mayor efecto en la formulación lo poseía la interacción **AB**, misma que mostró tener los resultados más similares a los esperados en cuanto a viscosidad y espuma.

Sin embargo al analizar esos resultados en una tabla ANOVA, estos no tenían una diferencia estadísticamente significativa. Lo cual indica que podría replantearse el diseño de experimentos o bien mejorar las escalas propuestas, pues al ser muy "gruesas" pueden perderse valores que ayuden a cuantificar de manera más sensible esos cambios que a lo largo del tratamiento permitirán identificar esas diferencias que las hagan estadísticamente significativas.

### 8.2.5 Conclusión

Como conclusión se desprende que la formulación **AB** en la que los niveles del agente viscosante (*Comperlane C-850*) y el surfactante (*Texapón N-5*) se encontraban en sus niveles altos, presentó la mejor viscosidad y muy buenas características de espuma del

grupo de formulaciones y por lo tanto se consideró esta como la formulación ideal para continuar con los estudios de escalamiento

### 8.3 Shampoo

#### 8.3.1 Planeación del diseño de experimentos para el shampoo

##### 8.3.1.1 Metas y Objetivos:

**Metas:** Obtener la formulación óptima para un shampoo para el cabello, translúcido, con fragancia a frutas de la zona.

**Objetivos:** Se desea obtener un shampoo:

- Translúcido
- Viscosidad adecuada para poder vaciarse fácilmente de botellas de hotel
- Aroma a frutas
- Todo tipo de cabello
- Alto poder limpiador

##### 8.3.1.2 Factores y niveles.

- Factor A= Concentración de Plantarem APB
- Factor B = Concentración de Texapón N-5

Tabla 23 Factores y Niveles modificados en el Diseño de Experimentos para el shampoo

Factor	Característica	Nivel alto	Nivel bajo
A	Concentración de Plantarem APB	22%	18%
B	Concentración de Texapón N-5	10%	0.0%

Los valores están referidos al peso (w/w)

##### 8.3.1.3 Variables de respuesta

- Al variar la cantidad de Plantarem APB (viscosante y tensioactivo), varía la viscosidad del producto
- Al variar la presencia de Texapón N-5 (tensioactivo), varían las propiedades espumantes del producto y su acción limpiadora.

En el capítulo 6 se hace referencia a la forma de evaluación de los shampoos. Aunque se manejan nueve pruebas a considerar *no se realizaron* todas las pruebas ya que se tomó como base de evaluación la función primordial del shampoo: la de limpiar. Se debe recordar que la zona donde se encuentra el hotel, los paseos que se ofrecen y el clima favorecen que el cabello se ensucie de manera considerable. por esta razón la eliminación eficaz de la suciedad fue una de las pruebas que si se realizó. Para la evaluación de los shampoos también se consideró la formación de espuma, respecto a calidad y cantidad (si se tiene espuma abundante), así como la facilidad de enjuagado, ya que estos son factores importantes de aceptación del producto. Inconscientemente la gente considera que si un shampoo no hace espuma es debido a que se trata de un producto de baja calidad y que no limpia adecuadamente su cabello, por ello se eligió la producción de espuma como una variable de respuesta.

#### 8.3.1.4 Diseño

Tabla No. 24. Factores modificados en cada formulación del Diseño de Experimentos para el Shampoo

Características	Orden de Producción	Factor A	Factor B	Operador
I	11	-	-	Operador 1
I	16	-	-	Operador 1
A	9	+	-	Operador 2
A	12	+	-	Operador 2
B	14	-	+	Operador 2
B	15	-	+	Operador 1
AB	10	+	+	Operador 2
AB	13	+	+	Operador 1

Las literales señaladas en *Formulación*, corresponden al efecto de los factores A y B en la misma, según el Diseño de Experimentos. así, en la Formulación I, no hubo efecto significativo de A ni de B, en A, el principal efecto es debido al factor A, mientras que B corresponde al efecto del factor B. Finalmente en AB se observa el efecto conjunto de A y B Factor A y Factor B son los factores que se evaluaron: Concentración de Plantarem APB y Concentración de Texapón N-5, respectivamente. El símbolo (+) se usa para indicar un nivel alto y el símbolo (-) es empleado para indicar un nivel bajo. En la última fila se muestra el nombre del operador, cabe señalar que la asignación de formulaciones se realizó por aleatorización.

#### 8.3.1.5 Planteamiento del diseño de experimentos

En la siguiente tabla se resumen las características de las formulaciones realizadas:

Tabla 25. Componentes de las Formulaciones del Diseño de Experimentos para el shampoo

Sustancia	Formulación (Cantidad en gramos)			
	1	A	B	AB
Texapón N-5	0.0	0.0	7.5	7.5
Plantarem APB	13.5	16.5	13.5	16.5
Debyton KB	2.3	2.3	2.3	2.3
Ac. Cítrico	0.2	0.2	0.2	0.2
Metilparabeno	0.2	0.2	0.2	0.2
Propilparabeno	0.2	0.2	0.2	0.2
Base Coco	0.2	0.2	0.2	0.2
Agua desionizada	cbp 75	cbp 75	cbp 75	cbp 75

Componentes de las formulaciones planteadas por el diseño de Experimentos, solo se muestran cuatro de ellas, ya que la serie 1, A, B y AB son los duplicados de las formulaciones correspondientes, y por lo tanto poseen los mismos excipientes

### 8.3.2 Resultados del diseño de experimentos del shampoo

Se evaluaron dos factores con dos niveles, tales son:

Tabla 26. Factores y Niveles evaluados en el diseño de experimentos para el Shampoo

Factor	Característica	Nivel alto	Nivel bajo
A	Concentración de <i>Plantarem APB</i>	22%	18%
B	Concentración de <i>Texapón N-5</i>	10%	0.0%

Los valores están referidos al peso (w/w)

Con estos factores se buscó un incremento en la viscosidad del shampoo, ya que el *Plantarem APB* además de ser un surfactante, posee propiedades viscosantes y es un estabilizador de espuma.

Con el otro agente: *Texapón N-5*, al variar su concentración en dos niveles (0.0% y 10%) se buscaba mejorar la calidad de la espuma y la acción detergente del shampoo.

Se muestran a continuación un resumen de los resultados obtenidos en el diseño de experimentos, después se analizarán cada uno de los rubros por separado

Tabla 27. Resumen de los resultados obtenidos en el Diseño de Experimentos<sup>1</sup>

Formulación	A	B	pH	Viscosidad	Aroma	Espuma	Valor asignado a espuma
I	-	-	4.5	1	Ligero a coco	Cantidad suficiente a baja. Espuma abierta y de fácil remoción	4.5
J	-	-	4.5	1	Ligero a coco	Cantidad baja. Espuma abundante y de fácil remoción	4.0
A	+	-	5	3	Ligero a coco	Cantidad suficiente a baja. Espuma cerrada y de fácil remoción	6.5
A	+	-	4.5	3	Ligero a coco	Cantidad suficiente. Espuma de compacta a semiabierta y de fácil remoción	6.5
B	-	+	4.5	4	Ligero a coco	Cantidad suficiente a baja. Espuma compacta de fácil remoción	6.5
B	-	+	4.5	2	Ligero a coco	Cantidad suficiente espuma compacta y de fácil remoción	7.0
AB	+	+	5	5	Ligero a coco	Cantidad suficiente espuma poco compacta, semiabierta y de fácil remoción	6.0
AB	+	+	4.5	5	Ligero a coco	Cantidad suficiente espuma poco compacta, semiabierta y de fácil remoción	6.0

Los valores de viscosidad y de espuma se asignaron de acuerdo a las escalas propuestas para tal efecto. Los lavados para observar la calidad de la espuma generada por el producto se realizaron en manos.

### 8.3.3 Tratamiento de datos obtenidos del diseño de experimentos

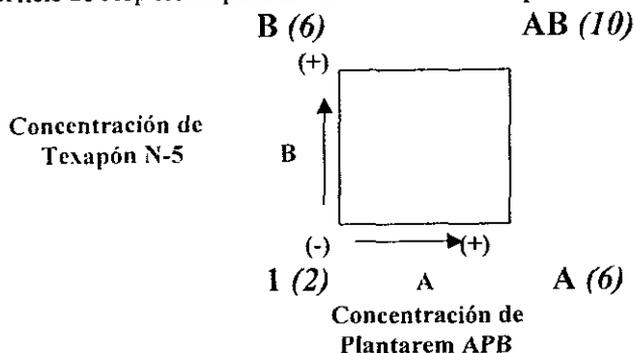
A continuación se analizó por separado cada una de las variables de respuesta, de acuerdo a la superficie de respuestas del Diseño de Experimentos realizado:

<sup>1</sup> Las órdenes de producción de estas formulaciones se encuentran en el anexo II

Tabla 28. Resultados de la viscosidad *valor buscado = 5, es decir, suma de respuestas esperada = 10*

Formulación	Fórmula	Duplicado	Suma de respuestas
I	1	1	2
A	3	3	6
B	4	2	6
AB	5	5	10

Superficie de respuestas para la viscosidad del shampoo



Respecto a la reproducibilidad del diseño de experimentos en cuanto a la viscosidad, se puede observar en la tabla 28 que sólo la formulación B y su duplicado no fueron reproducibles, por lo que se repitieron para comprobar que la falta de reproducibilidad había sido causada por un factor ajeno a la formulación. De esta forma al repetir las, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 29. Resultados de los duplicados realizados de la formulación B

Formulación	A	B	pH	Viscosidad	Aroma	Espuma	Valor asignado a espuma
B*	-	-	4.5	4	Ligero a coco	Cantidad suficiente a poca. Espuma compacta de fácil remoción	6.5
B*	-	+	4.5	4	Ligero a coco	Cantidad suficiente a poca. Espuma compacta de fácil remoción	6.5

El símbolo (\*) se refiere al duplicado que se realizó de estas formulaciones. Los valores de viscosidad y de espuma asignados están basados en la escala propuesta. La letra A y B se refieren a los niveles evaluados y el símbolo (-) y (+) a los niveles alto y bajo respectivamente.

De lo anterior se observó que la formulación **B** en la repetición presentó mayor viscosidad que en el primer grupo de formulaciones que se probaron y además mostró adecuadas propiedades espumantes. Sin embargo, la viscosidad obtenida aún no era la adecuada para el producto. Por lo que se descartó para estudios posteriores.

Por otro lado, de la misma tabla 27, se observa que el *Plantarem APB* tiene una influencia significativa en la viscosidad de las diferentes formulaciones, ya que al encontrarse en un nivel alto las viscosidades aumentan (formulaciones **A** y **AB**) con respecto a la formulación **1**, donde ambos factores se encuentran en sus niveles bajos

Por otra parte, cuando el *Plantarem APB* y *Texapón N-5* se encuentran en sus niveles bajos la formulación tiene poca viscosidad como es el caso de la formulación **1**. A medida que la concentración del *Texapón N-5* se incrementa, la viscosidad crece. Tal es el caso de la formulación **B**. Esto nos indica que el efecto de la interacción entre los factores **A** y **B** (*Plantarem APB* –viscosante- y *Texapón N-5* –surfactante-) influye considerablemente sobre la variable de respuesta viscosidad, por lo que esta interacción de factores proporciona la viscosidad planteada para satisfacer el perfil del producto.

Dado que no fue posible asociar alguna causa a la falta de reproducibilidad de la primera serie de formulaciones de **b**, fue necesario considerar a las repeticiones de esa formulación (**B\***) como dos reproducciones más, en comparación con el resto de las formulaciones; pues no se podían sustituir como tales los resultados encontrados en la segunda repetición en los resultados de la primera, donde **B** no fue reproducible. Es decir, mientras que para las formulaciones: **1**, **A** y **AB** se tienen dos resultados, para la formulación **B** se tienen 4, y esta consideración se tomó en cuenta para el tratamiento de los resultados del diseño de experimentos.

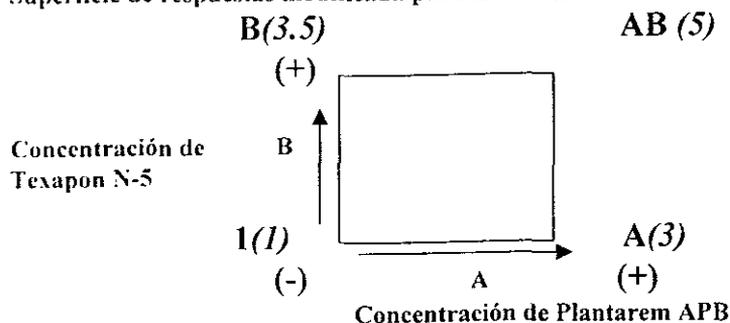
Debido a esta contrariedad, el tratamiento de los resultados sufrió una modificación exclusiva para este producto, que consistió en expresar en los vértices del cuadrado de la superficie de respuesta, los valores de los promedios de las observaciones y no de la suma de estas, pues se crearían inconsistencias al comparar el valor esperado contra el valor obtenido. De tal manera que en lugar de comparar contra 10 (suma de respuestas esperada) para la viscosidad, se comparó contra un valor de 5 (valor promedio esperado)

De esta forma, los resultados de la viscosidad obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 30. Valores de la observaciones para la viscosidad en el shampoo

Formulación	Observación 1	Observación 2	Observación 3	Observación 4	Promedio
1	1	1	0	0	1
A	3	3	0	0	3
B	4	2	4	4	3.5
AB	5	5	0	0	5

Superficie de respuestas modificada para la viscosidad obtenida en el shampoo:



Al analizar los datos obtenidos por medio del método de Yates, se obtienen los siguientes coeficientes y efectos para la variable de respuesta viscosidad (ver anexo VII):

Tabla 31. Metodo Yates para encontrar los coeficientes para la viscosidad en el shampoo.

Factor	Efecto	Coefficiente
1	8	4
A	0	0
B	2	1
AB	-2	-1

De tal manera que la ecuación que describe este modelo es:

$$Y = 3.2 + 0.0 A + 1.0 B - 1.0 AB$$

Al analizar la tabla ANOVA para la viscosidad obtenida en el shampoo tenemos:

Tabla 32. Tabla ANOVA para la viscosidad en el shampoo

Factor	F calculada
A	0
B	0.113
AB	-0.113

Para el análisis de la información obtenida por el método de Yates, se puede observar que los mayores efectos de los niveles sobre la formulación es el de la interacción AB y el de la formulación B. Aunque analizando escrupulosamente la ecuación, se observa que la interacción AB disminuye la respuesta, mientras que en la formulación cuyo efecto es debido exclusivamente a la presencia de B, afecta la respuesta (Viscosidad) positivamente

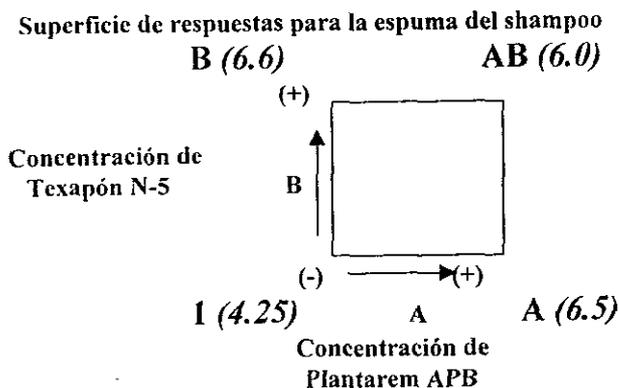
Lo anterior puede sonar contradictorio con la decisión que se tomo de elegir a la formulación AB como la ideal por haber obtenido los valores de viscosidad esperados. Sin embargo se debe recordar que en el cálculo de los coeficientes de los factores, se involucran

el número de experimentos realizados y para el caso de la formulación B, este número fue superior al del resto de respuesta obtenidas para las otras formulaciones. Este valor influye en el cálculo de los coeficientes y en la tabla ANOVA por las razones ya mencionadas. En este sentido, los valores encontrados para la F calculada son menores en su conjunto que la F encontrada en tablas para un grado de libertad en el numerador y 9 grados de libertad en el denominador, lo anterior indica que no hay diferencia significativa entre los factores evaluados. Sin embargo los valores de la F calculada a partir de la tabla ANOVA, más próximos a la F de tablas son los de la formulación B y AB. Nuevamente este hecho sugiere dos alternativas para lograr un resultado que finalmente se transforme en una diferencia estadísticamente significativa: un cambio en el diseño de experimentos o bien un cambio en las escalas propuestas, ya que estas escalas al no ser tan sensibles podrían estar afectando las respuestas impidiendo que esas pequeñas variaciones se vean reflejadas numéricamente en un forma más fina, y de esta manera sea claramente distinguible la formulación con un mayor efecto en la respuesta y cuyas variaciones son estadísticamente significativas.

Del análisis anterior se puede ver que la región óptima de formulación de acuerdo a los perfiles propuestos para este producto, se encuentra alrededor de 5, es decir, para optimizar más la formulación en esta variable de respuesta se requería tomar como base las condiciones propuestas para la formulación AB, es decir, una concentración de *Plantarem APB* al 22% y de *Texapón N-5* al 10% -ambas en sus concentraciones altas-.

Tabla 33. Resultados de la espuma obtenida del producto *valor buscado = 7, es decir una suma de respuestas esperada de 14*

Formulación	Fórmula	Duplicado	Promedio
I	4.5	4.0	4.25
A	6.5	6.5	6.5
B	6.5	7.0	6.75
AB	6.0	6.0	6.0



Dado que se repitió la formulación B por el fenómeno de la falta de reproducibilidad, se trabajó el Método de Yates incluyendo estos nuevos resultados y posteriormente se hizo el análisis de los coeficientes y del análisis de varianza (ANOVA) a partir de la tabla que se construyó para tal efecto. A continuación se muestra la tabla en la que se muestran los valores de los coeficientes y efectos obtenidos partir del tratamiento de los resultados por el método de Yates:

Tabla 34. Valores encontrados de los efectos y coeficientes en la espuma producida por el shampoo

Factor	Efecto	Coefficiente
I	15	7.5
A	-2.5	-1.25
B	2.125	1.06
AB	-4.75	-2.375

De tal manera que la ecuación que describe este modelo es:

$$Y = 6 - 1.25 A + 1.06 B - 2.375 AB$$

Al analizar la tabla ANOVA para la espuma obtenida en el shampoo se tiene que:

Tabla 35. Tabla ANOVA para el análisis de la espuma obtenida en el shampoo

Factor	F calculada
A	13.3
B	19.3
AB	-48

Respecto a la segunda variable de respuesta: *Calidad de la espuma*, se puede decir que la formulación I, no cumplió con los requerimientos de una espuma para el perfil del shampoo que se planteó. Además de que la *viscosidad obtenida* en esta formulación era muy baja, lo cual la convirtió en una formulación inadecuada para los objetivos y metas fijados. La baja viscosidad y la pobre calidad en la espuma obtenidos en esta formulación pudo deberse a que se manejaron niveles bajos de los factores que se estaban evaluando como fue el hecho del *viscosante (Plantarem APB)* y el *tensoactivo (Texapón N-5)*. Respecto a las formulaciones A y B, la espuma obtenida resultaba adecuada para el producto, y de hecho, el mayor valor en la escala lo obtuvo la formulación B. Sin embargo la viscosidad que se obtuvo en estas formulaciones nuevamente no era la adecuada para el shampoo. Por ello se descartaron para estudios posteriores. La formulación B, aunque presentó buenas propiedades espumantes así como buena viscosidad, no se consideró debido a que en el momento en el que se realizó el Diseño de Experimentos no fue reproducible. Y a pesar de que al realizar la reproducción de la misma y su duplicado (formulación B) los resultados mejoraron considerablemente la viscosidad obtenida no fue la adecuada para el perfil planteado para este producto.

Es importante puntualizar que como ya se mencionó en el análisis anterior, aunque los efectos de B y AB aparentemente son los mismos y más aún, AB afecta de manera

negativa en la respuesta. B Tiene un mayor número de repeticiones frente al resto de las formulaciones. lo anterior afecta en el tratamiento estadístico y con ello en los valores obtenidos. Pero al analizar los resultados “en bruto” se puede decir que la mayor viscosidad obtenida fue la de la formulación AB. Y por ello se eligió frente a B que presentaba mejor calidad de espuma.

De forma similar al análisis anterior, se observa que la formulación B es quien tiene un efecto más significativo en la respuesta evaluada y no lo es la formulación AB, que fue la elegida por tener las características deseadas descritas en el perfil del producto. Lo anterior se repite en la tabla ANOVA pues ninguna de las formulaciones obtuvo una F calculada mayor a la F en tablas para un grado de libertad en el numerador y 9 grados de libertad en el denominador. esto es porque al haber realizado un duplicado más para la formulación B, el número de observaciones (k) aumento, afectando los resultados en la tabla de Yates y sobre todo a la formulación AB, pues siempre se obtiene un valor mayor a 1 de AB en la suma de respuestas y de acuerdo al arreglo en el método de Yates para obtener los coeficientes, esta condición provoca que se obtenga un valor negativo que finalmente hace pensar que esta formulación no tiene un efecto significativo en la respuesta.

Finalmente se observó que la formulación AB además de poseer buenas propiedades espumantes propias de un shampoo, y que cumplían con las que se plantearon en los objetivos del diseño de experimentos, poseía muy buena viscosidad, la cual era adecuada para este producto. Por lo que se sometió a pruebas de lavado en cabello para observar su acción detergente y comprobar que efectivamente se trataba de la formulación óptima. La espuma producida por la formulación AB, es poco compacta y semiabierta, de agradable aroma, proporcionaba una textura suave al cabello y su remoción era fácil. Cabe señalar que después de lavar el cabello con esta formulación le confería facilidad al peinarlo.

La región óptima para esta variable de respuesta, se encuentra, según el diseño de experimentos alrededor de 6.75; sin embargo, estos niveles de surfactante (*Texapón N-5*) y viscosante (*Plantarem APB*) afectaron a la viscosidad que es la otra variable de respuesta por lo que tomando este criterio, se optó por recurrir a la zona más cercana a este valor, que en este caso era de 6.5, y correspondía a la formulación A, pero nuevamente la viscosidad obtenida con estos niveles (*Plantarem APB* 22% y *Texapón N-5* al 10%) no era la adecuada para este producto, por lo que se recurrió a la tercera zona de optimización, la zona AB, cuyo valor era de 6.0 y en esta se tomaron concentraciones de viscosante -*Plantarem APB*- al 22% y de surfactante -*Texapón N5* al 10%: En esta formulación se observa el efecto de ambos factores por que ambas se encuentran en sus niveles más altos.

Por lo anterior, la región óptima de formulación considerando la viscosidad y la espuma producida por el producto es la que se encuentra alrededor de un valor de 6, es decir: concentración de *Plantarem APB* y *Texapón N-5* al 22% y 10% respectivamente

En cuanto al aspecto todas las formulaciones fueron translúcidas y presentan un aroma ligero a coco ya que se agregó un 0.2% (w/w ; por ciento peso en peso) y se observó que no era la adecuada para la formulación. Aunque al realizar el lavado se percibía el olor.

al destapar el envase no se apreciaba. Por lo que se optó por incrementar el porcentaje de fragancia al momento de efectuar los ajustes a la formulación. Por otra parte al no modificar su aspecto, se observó que la variación de factores y sus respectivos niveles no afectaba la apariencia del producto, únicamente la viscosidad y algunas propiedades de lavado. Como una espuma abierta así como baja cantidad de la misma. Cabe señalar que el pH fue un factor muy reproducible en todas las formulaciones, ya que solo llegó a variar en 0.5 unidades. Además se sabe [5] que el pH de los shampoos debe estar en un rango alrededor de 5.3 a 6.0, por lo cual el shampoo fabricado se ubica en este rango y sus propiedades fisicoquímicas son buenas.

Así mismo, al momento de realizar el lavado, es importante la cantidad de agua que se emplee así como la técnica de lavado que se realice, pues de esto dependerán factores importantes como la calidad de la espuma que se obtendrá y la facilidad de remoción del producto. Por esta razón se recurrió a la escala propuesta para tal efecto, ya que de esta forma se uniformaron las interpretaciones.

### 8.3.4 Análisis de resultados

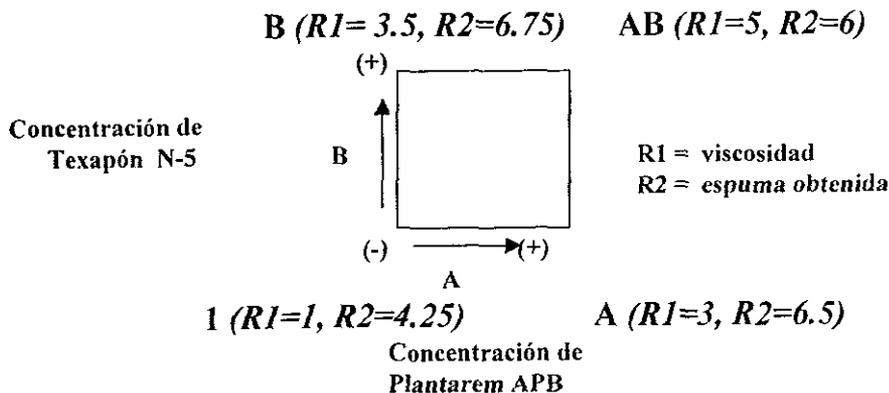
A continuación se discutirán los resultados combinados para el shampoo:

Tabla 36. Concentrado de resultados del shampoo

Formulación	Viscosidad	Espuma	Resultado Final
1	1	4.25	5.25
A	3	6.5	9.5
B	3.5	6.75	10.25
AB	5	6.0	11.0

En este caso particular los valores de espuma y viscosidad están expresados como el promedio y no como la suma de respuestas

Superficie de respuestas concentrada para viscosidad y espuma en el shampoo



De acuerdo al tratamiento de los resultados del diseño de experimentos (Tabla 28), la mejor viscosidad se obtuvo con la formulación **AB**, es decir la que poseía altas concentraciones de A y B (*Plantarem APB* al 22% y *Texapón N-5* al 10%, respectivamente). De esta manera, la formulación **AB** es la más adecuada para la viscosidad que se pretendía obtener. Esto confirmó lo que se encontró al analizar los resultados.

Respecto al análisis de la segunda variable de respuesta, la calidad de la espuma, el tratamiento de los resultados del diseño de experimentos indicó que el valor más similar al esperado para esta variable lo tenían la formulación **B** (concentraciones baja de agentes viscosante -*Plantarem APB*- y alta de tensioactivo -*Texapón N-5*-) y la formulación **AB** (ambas concentraciones de viscosante y tensioactivo en niveles altos). Sin embargo, la viscosidad de la formulación **B** no fue reproducible al realizar el diseño de experimentos por lo que se realizó una repetición adicional con su duplicado, en la que se encontró que, aunque la viscosidad se incrementaba, no era la adecuada según el perfil planteado. Mientras que la formulación **AB**, en la que ambos factores se encontraban en sus niveles altos, presentaba una buena calidad en la espuma y una viscosidad de acuerdo a los objetivos propuestos al inicio del diseño de experimentos, por lo que se eligió esta formulación como la óptima.

En cuanto al análisis del método de Yates y ANOVA para obtener los coeficientes de los factores y evaluar su influencia e la formulación, así como el observar cual de los factores tiene un efecto más significativo, estos no fueron muy útiles, debido a que al introducir los valores de la reproducción de la formulación **B**, se vió afectado el número de observaciones y con ello la suma de respuestas que impactó en los resultados obtenidos haciendo pensar que la formulación **B** era la más adecuada.

### 8.3.5 Conclusión

Finalmente al analizar el concentrado de resultados (Tabla 36), se comprueba que al sumar cada uno de los resultados independientes de cada variable de respuesta se obtuvo una cifra final que nos indicó que formulación era la que más unidades había obtenido, sabiendo que dichas unidades son proporcionales al nivel de aceptación de cada variable, la formulación **AB** es la que más se asemeja al perfil requerido para este producto. Ya que es la que mayor puntaje obtuvo de las formulaciones que fueron reproducibles. Así que, como conclusión se puede decir que la formulación óptima obtenida a través de este diseño de experimentos es la formulación **AB**.

## 8.4 Enjuague

### 8.4.1 Planeación del diseño de experimentos para el acondicionador para el cabello

#### 8.4.1.1 Metas y Objetivos:

**Metas:** Obtener la formulación óptima para un acondicionador para el cabello, color blanco opaco con aroma a frutas de la zona.

**Objetivos:** Obtener un acondicionador:

- Opaco
- Viscosidad adecuada para poder vaciarse fácilmente de botellas de hotel
- Aroma a frutas
- Desenredante

#### 8.4.1.2 Factores y sus niveles

- Factor A= Concentración de *Dehyquart A*
- Factor B = Concentración de *Cutina MD*

Tabla No.37 Factores y Niveles modificados en el Diseño de Experimentos para el acondicionador para cabello

Factor	Característica	Nivel alto	Nivel bajo
A	Concentración de <i>Dehyquart A</i>	8%	4%
B	Concentración de <i>Cutina MD</i>	5%	1%

Los valores están referidos al peso (w/w)

#### 8.4.1.3 Variables de respuesta

- Al modificar la concentración de emulsionante, antiestático y agente acondicionante -*Dehyquart A*-, variara la capacidad acondicionante y desenredante del producto
- Al modificar la concentración del agente para consistencia y emulsificante - *Cutina MD*-, variara la consistencia y la viscosidad del producto

#### 8.4.1.4 Diseño

Tabla No. 38. Factores modificados en cada formulación del acondicionador para cabello

Características	Orden de producción	Factor A	Factor B	Operador
1	5	-	-	Operador 2
1	10	-	-	Operador 2
A	4	+	-	Operador 1
A	8	+	-	Operador 2
B	6	-	+	Operador 1
B	9	-	+	Operador 1
AB	7	+	-	Operador 1
AB	11	+	-	Operador 2

Las literales señaladas en Formulación, corresponden al efecto de los factores A y B en la misma, según el Diseño de Experimentos, así, en la Formulación 1, no hubo efecto significativo de A ni de B en a, el principal efecto es debido al factor A mientras que b corresponde al efecto del factor B. Finalmente en ab se observa el efecto conjunto de A y B. Factor A y Factor B son los factores que se evaluaron. Concentración de *Dehyquart 1* y Concentración de *Cutina MD*, respectivamente. El símbolo (+) se usa para indicar un nivel alto y el símbolo (-) es empleado para indicar un nivel bajo. En la última fila se muestra el nombre del operador; cabe señalar que la asignación de formulaciones se realizó por aleatorización.

#### 8.4.1.5 Planteamiento del diseño de experimentos

En la siguiente tabla se resumen las características de las formulaciones realizadas:

Tabla 39. Componentes de las Formulaciones del Diseño de Experimentos para el acondicionador para cabello

Sustancia	Formulación (Cantidad en g)			
	1	A	B	AB
<i>Cutina MD</i>	0.75	0.75	3.8	3.8
Alcohol cetílico	2.7	2.7	2.7	2.7
<i>Dehyquart A</i>	3.0	6.0	3.0	6.0
Lanolina	0.6	0.6	0.6	0.6
Eumulgin B-1	0.8	0.8	0.8	0.8
Metilparabeno	0.2	0.2	0.2	0.2
Propilparabeno	0.2	0.2	0.2	0.2
Base Coco	0.2	0.2	0.2	0.2
Agua desionizada	cbp 75	cbp 75	cbp 75	cbp 75

Aquí se muestran los componentes de las Formulaciones del Diseño de Experimentos para el acondicionador. Solo se muestran cuatro de ellas, ya que la serie 1, a, b' y ab' son los duplicados de las formulaciones respectivas y poseen los mismos excipientes.

#### 8.4.2 Resultados del diseño de experimentos del acondicionador para cabello

Se evaluaron dos factores con dos niveles tales fueron:

Tabla 40 Factores y Niveles modificados en el Diseño de Experimentos para el acondicionador para cabello

Factor	Característica	Nivel alto	Nivel bajo
A	Concentración de <i>Dehyquart A</i>	8%	4%
B	Concentración de <i>Cutina MD</i>	5%	1%

Los valores están referidos al peso (w/w)

Con el *Dehyquart A* se buscó una mejora en la capacidad acondicionante del producto y con la *Cutina MD* se buscó mejorar la consistencia del producto, además de que mejora la estabilidad de la emulsión.

A manera de resumen se presenta un cuadro donde se concentran todas las variables analizadas a las diferentes formulaciones realizadas:

Tabla 41. Resultados concentrados del diseño de experimentos del enjuague<sup>1</sup>

Formulación	A	B	pH	Viscosidad	Aroma	Aspecto	Valor asignado al aspecto
I	-	-	4.5	2	Coco	Emulsión blanca con pequeños grumos	3
I	-	-	4.5	2	Coco	Emulsión blanca con pocos grumos	3
A	+	-	5.0	3	Coco	Emulsión blanca sin grumos	4
A	-	-	4.5	3	Coco	Emulsión blanca sin grumos	4
B	-	-	5.0	5	Ligero a coco	Emulsión blanca sin grumos	4
B	-	+	4.5	5	Ligero a coco	Emulsión blanca sin grumos	4
AB	-	-	4.5	4	coco	Emulsión blanca sin grumos	4
AB	+	-	4.5	4	coco	Emulsión blanca sin grumos	4

Los valores de viscosidad y aspecto se asignaron de acuerdo a las escalas propuestas para tal efecto

### 8.4.3 Tratamiento de datos obtenidos del diseño de experimentos

A continuación se analizarán por separado cada una de las variables de respuesta evaluadas:

<sup>1</sup> Las órdenes de producción de esta formulaciones se encuentran en el anexo II

Tabla 42. Resultados de viscosidad valor buscado = 4, es decir una suma de respuestas esperada de 8

Formulación	Fórmula	Duplicado	Suma de respuestas
1	2	2	4
A	3	3	6
B	5	5	10
AB	4	4	8

### Superficie de respuestas para la viscosidad del acondicionador

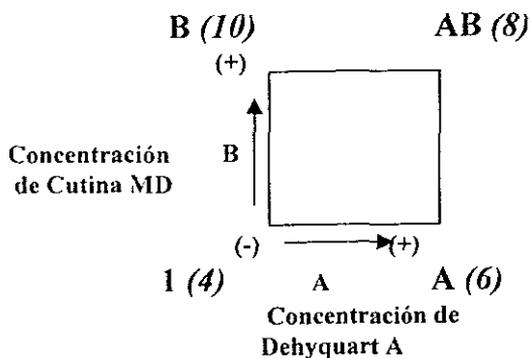


Tabla 43. Método de Yates para encontrar los coeficientes de los factores para la viscosidad en el acondicionador

Factor	Efecto	Coefficiente
1	5	2.5
A	-2	-1
B	0	0
AB	-3	-1.5

De tal manera que la ecuación que describe este modelo es:

$$Y = 2.5 - 1.0 A + 0.0 B - 1.5 AB$$

Analizando ahora la tabla ANOVA para viscosidad en el gel de baño tenemos que :

Tabla 44. Tabla ANOVA para el análisis de la viscosidad del enjuague.

factor	SC	g.l	SCM	F
A	0.000	1	0.00	0.00
B	8.000	1	8.00	5.60
AB	2.000	1	2.00	1.40
Residual		4	0.00	0.00
Total	10.000	7	1.43	

De los resultados obtenidos del análisis del método de Yates, se puede ver que aparentemente no hay influencia positiva por alguno de los factores de las diferentes formulaciones, y solo hay influencia de manera negativa, es decir reduciendo la viscosidad, esto es ciertamente confuso pues respecto a la formulación en la que ambos factores están en sus niveles bajos (formulación 1) la viscosidad disminuye y refiriéndonos al coeficiente de este factor es el que más afecta (2.5) y esto se ve reflejado en los resultados obtenidos pues como ya se menciona en esta formulación se obtienen los valores más bajos de viscosidad.

Por otro lado, según el método de Yates, se observa que no hay efecto debido a la presencia del factor B pues el valor de su coeficiente es cero, sin embargo la viscosidad que presenta esta formulación es notablemente más alta que la que mostró la formulación 1, y finalmente para la formulación A y AB según el método de Yates la influencia de esos factores en la formulación provoca que la respuesta disminuya, cuando experimentalmente se observó lo contrario en comparación con la formulación 1.

Nuevamente los resultados de  $F$  calculada frente a la  $F$  en tablas de un valor de 12.2 para 1 grado de libertad en el numerador y 7 en el denominador indican que no hay un cambio estadísticamente significativo de los factores sobre la respuesta.

Lo anterior sugiere que debido a que los resultados de las respuestas obtenidas son iguales a las replicas, no hay variación entre ellas y esto nos indica que el método de Yates se vea afectado y por consiguiente la tabla ANOVA y proporcione conclusiones no muy apropiadas. Esta falta de variación sugiere dos cosas: el diseño de experimentos necesita cambios para hacer más notorias esas variaciones o bien se deberán modificar las escalas propuestas para cuantificar las pequeñas variaciones que nos muestren los efectos de los factores en la respuesta y sus interacciones.

La formulación 1, con niveles bajos de emulsificante (*Cutina MD*) y agente acondicionante (*Dehyquart A*) presentó la menor viscosidad de las cuatro formulaciones analizadas por lo que se concluye que en esta formulación no hay efecto significativo de ningún factor. Además, se observó que cuando se tenía la *Cutina MD* (emulsificante) y el *Dehyquart A* (agente acondicionante) en niveles bajos se formaba la emulsión; sin embargo, esta poseía poca viscosidad, además la calidad de la emulsión no era la adecuada ya que se

presentaron grumos en esta formulación y esto indica que no hubo una emulsificación total.

Cuando la *Cutina MD* (emulsificante) se incrementaba con respecto al *Dehyquart A* (agente acondicionante), como el caso de la formulación **B**, la emulsión adquirió mayor consistencia. Sin embargo la viscosidad era superior a la deseada para este producto pues dificultaba su dosificación. Debido a este incremento en la viscosidad el aroma es difícil de percibir. Sin embargo, la emulsión es buena ya que no se apreciaron grumos, pero la consistencia es sólida.

La formulación **A** que contenía *Dehyquart A* en nivel alto (8%) y *Cutina MD* en un nivel bajo (1%) presentó buen aspecto: sin embargo, la viscosidad se reducía y esto hacía esta formulación inadecuada para los propósitos que se perseguían.

La formulación **AB** presentó niveles altos en cada uno de los factores (*Dehyquart A* al 8% y *Cutina MD* al 4%), además de un aspecto agradable y una viscosidad adecuada (media) para el tipo de producto con las características deseadas.

Al comparar la formulación **AB** -con niveles altos de emulsificante y agente acondicionante (*Cutina MD* y *Dehyquart A*, respectivamente)- frente la formulación **B** que contenía agente acondicionante en nivel bajo y emulsificante en un nivel alto, se observó que al tener *Dehyquart A* en un nivel alto se reduce o se limita la capacidad que la *Cutina MD* tiene de aumentar la consistencia, ya que la formulación **AB** era menos viscosa que la formulación **B**.

Las formulaciones **I** y **A** se descartaron de las pruebas de capacidad de acondicionamiento por carecer de la viscosidad necesaria para este producto.

Mientras que la formulación **B** se descartó por poseer una viscosidad demasiado elevada que la hacía inadecuada para un acondicionador para cabello.

Como conclusión se observó que cuando se encontraba la formulación con *Dehyquart A* (agente acondicionante) y *Cutina MD* (emulsificante) en niveles altos, es decir la formulación **AB**, se obtuvieron las características más cercanas al perfil del producto que se deseaba fabricar, es decir: buena apariencia y viscosidad adecuada para un acondicionador para cabello.

Tabla 45. Resultados de aspecto, valor buscado= 4, es decir una suma de respuestas esperada de 8

Formulación	Fórmula	Duplicado	Suma de respuestas
I	3	3	6
A	4	4	8
B	4	4	8
AB	4	4	8

### Superficie de respuestas para el aspecto del acondicionador

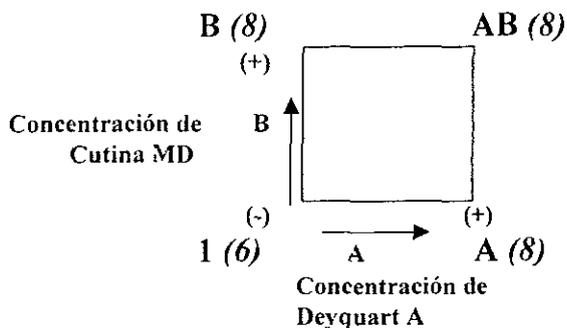


Tabla 46. Método de Yates para encontrar los coeficientes para el aspecto en el acondicionador

Factor	Efecto	Coefficiente
1	7.5	3.75
A	0.5	0.25
B	0.5	0.25
AB	-0.5	-0.25

De tal manera que la ecuación que describe este modelo es.

$$Y = 3.75 + 0.25A - 0.25B - 0.25AB$$

Analizando ahora la tabla ANOVA para el aspecto del acondicionador tenemos que .

Tabla 47. Tabla ANOVA para el análisis del aspecto del acondicionador

Factor	F calculada
A	2.33
B	2.33
AB	2.33

Analizando los resultados obtenidos del método de Yates, y considerando exclusivamente el valor absoluto de los coeficientes de los efectos sobre la respuesta se observa que no hay un efecto significativo de ningún factor sobre los otros que influya en el aspecto del acondicionador, y lo cual se corrobora al analizar los resultados del diseño de experimentos pues en todos los experimentos realizados se obtuvo el mismo resultado.

Finalmente revisando los resultados de la tabla de ANOVA se observa que todos los resultados obtenidos para la F calculada además de ser iguales son inferiores al valor de F en tablas que es de 12.2 para un valor de significancia de 99.9% y con un grado de libertad para el numerador y 7 grados de libertad par el denominador. Lo que indica que ninguno de

### 8.4.5 Conclusión

Como conclusión se observó que la *formulación óptima* fue **AB**, ya que era la única que contaba con las características de apariencia deseadas. Pues a pesar de que no había diferencia entre las diferentes formulaciones en cuanto a su aspecto con excepción de la formulación **1** se tuvo que recurrir a la primera variable de respuesta que fue la viscosidad y se eligió a la formulación **AB** porque poseía las características de viscosidad necesarias para el producto.

Además de que se observó que el acondicionador proporcionaba docilidad al cabello, sin sensación grasosa y con un aroma agradable. En cuanto a la capacidad acondicionante, se observó que fue muy fácil peinar el cabello después de la aplicación, y que esta sensación acondicionante perduró durante por todo un día.

Respecto a la viscosidad, el tratamiento de los resultados del diseño de experimentos indicó que el mayor valor encontrado para esta variable lo tenían la formulación **B** (aquella con concentraciones de *Dehyquart A* en nivel bajo y *Cutina MD* en un nivel alto) y la formulación **AB** (concentración de agente acondicionante *-Dehyquart A-* y emulsificante *-Cutina MD-* en sus niveles altos); sin embargo la viscosidad de la formulación **B**, no era la óptima por su consistencia sólida, por lo que se eligió la formulación **AB** como la mejor respecto a viscosidad.

De acuerdo al tratamiento de los resultados del diseño de experimentos para el aspecto (Tabla 42), el mejor de ellos se obtuvo con las formulaciones **A**, **B** y **AB**; sin embargo la formulación **AB**, es decir la que contenía altas concentraciones de **A** y **B** (agente acondicionante *-Dehyquart A-* al 8% y emulsificante *-Cutina MD-* al 5%, respectivamente) fue la más adecuada para la viscosidad buscada. Esto confirmó lo que se encontró al analizar los resultados.

Finalmente al analizar el concentrado de resultados (Tabla 48) se comprueba que, al sumar cada uno de los resultados independientes de cada variable de respuesta, se obtuvo una cifra final que nos indicó que *formulación era la que mayor número* de unidades había obtenido, sabiendo que dichas unidades son proporcionales al nivel de aceptación de cada variable, las formulaciones **B** y **AB** tuvieron los mayores valores en la suma de respuestas, a saber 18 y 16, respectivamente. Sin embargo, debido a que la viscosidad de la formulación **B** no era la óptima para el perfil planteado, se eligió a la formulación **AB** como la mejor. Así que, como conclusión se puede decir que la formulación óptima obtenida a través de este diseño de experimentos fue **AB**.

## Capítulo 9. Envasado y etiquetado

### 9.1 Introducción

El envasado de cosméticos y productos de tocador en principio no es diferente del cualquier otro producto, pero de capital importancia son aspectos de diseño y desarrollo del envase en la comercialización con éxito de los productos cosméticos, que desempeñan un papel más importante en esta industria que en casi ninguna otra [13].

El envasado es muy diverso, y utiliza una amplia gama de variedad de materiales, tales como plásticos, vidrio, papel, cartón, metal y madera combinados con una amplia gama de tecnología, incluyendo impresión, diseño de maquinaria y fabricación de herramienta. En efecto, no existe una industria claramente definida de envasado, pues muchas compañías de envasado también fabrican otros productos [13].

El envasado ha sido definido como el medio de garantizar la entrega segura de un producto al consumidor final con la condición básica de un mínimo coste total. Otras definiciones son:

“El envasado es el arte o ciencia de la preparación de artículos y mercancías para transportar, almacenar y entregar al consumidor y las operaciones que implica (BSI *Glossary of Packaging Terms*).

El envase vende lo que protege y protege lo que vende.

### 9.2 Principios del envase

Los principios del envase son:

- Contener el producto
- Proteger el producto
- Identificar el producto
- Vender el producto
- Dar información sobre el producto

### 9.3 “Marketing” y envases

El envase proyecta el estilo y la imagen, no sólo del producto, sino frecuentemente de la compañía que comercializa la marca. El envase, por tanto, debe proyectar la imagen para que ha sido diseñada, y no solamente para el consumidor por la publicidad y punto de venta, sino también para el comerciante al por menor y cadenas de ventas al por mayor.

El envase es particularmente importante en el comercio al por menor en autoservicios. El diseñador de envases tiene la responsabilidad no sólo de garantizar que el envase tiene el tipo de atracción que incite al consumidor a adquirirlo y se interese a comprarlo por impulso, sino también que garantice el apilamiento en los estantes del autoservicio y proporcione al comercio al por menor el máximo beneficio por unidad lineal de espacio del estante.

### 9.4 Tecnología de envases

El uso de plásticos para producir envases primarios, y materiales de punto de venta, actualmente domina la tecnología del envase. Se emplean dos grupos principales, resinas termoplásticas y resinas termoestables. Los termoplásticos pueden extruirse a su temperatura de fusión y después moldearse por soplado o inyección. Después de enfriar, la resina se puede volver a fundir por calor a los límites de fatiga térmica y oxidación. Las resinas termoestables, por el contrario, se moldean usando reacciones químicas irreversibles, y las resinas tienden a ser rígidas, duras, insolubles y no se afectan por el calor hasta la temperatura de descomposición [13].

## **Capítulo 10. Escalamiento y características del producto terminado**

### **10.1 Escalamiento**

El escalamiento se refiere a la fabricación de los productos pero en cantidades mayores a los 50 gramos fabricados anteriormente para las pruebas preliminares y para el diseño de experimentos.

El escalamiento se realiza, primero a escala laboratorio (pruebas preliminares y diseño de experimentos), posteriormente realizarse a escala piloto con el objeto de ver si es necesario hacer algún tipo de ajuste a la formulación y al procedimiento de manufactura para que por último se fabrique el producto a nivel de lote final sin problema

#### **10.1.1 Fabricación del producto**

En cuanto a la fabricación del producto, se realizaron lotes de quinientos gramos, diez veces más grandes que los realizados a escala laboratorio. La realización de estos lotes fue un poco más complicada, ya que se tuvo que utilizar material de laboratorio más grande y por este motivo la manejabilidad de éstos fue menor.

Se realizaron los cálculos necesarios para conocer la cantidad de producto que se necesitaba preparar, ya que se enviaron muestras al hotel y además se necesitaba producto para realizar las pruebas de ciclado. La producción fue de dos kilogramos de producto. Se realizaron cuatro órdenes de producción de quinientos gramos cada una para la fabricación del producto (ver anexo II).

El objeto de mandar las muestras al hotel fue el de obtener retroalimentación en cuanto al producto y la calidad de éste.

#### **10.1.2 Ajuste de la formulación y del proceso de manufactura**

Se realizaron varios ajustes a las diferentes formulaciones, esto debido a que al trabajar con cantidades mayores el calentamiento es mayor y se llegó a presentar evaporación de agua.

Se observó que para la producción de dos kilogramos de gel para baño, hubo evaporación de agua por lo cual se recomendó ajustar el peso del agua antes de la integración de la fase oleosa. Otra opción es cuidar la temperatura de la fase acuosa para que la evaporación fuera mínima.

En cuanto al shampoo, hubo mayor cuidado en la temperatura de la fase acuosa para que la evaporación del agua fuera mínima y no fue necesario ajustar el peso de la fase acuosa.

El acondicionador es una emulsión y por lo tanto al realizar la fabricación del lote de 500 gramos se observó que al incorporar las dos fases es recomendable no retirar la agitación. Además se recomienda verter la fase acuosa lentamente a la fase oleosa. De esta manera la integración de las fases es óptima. También se recomienda ajustar el peso de la fase acuosa antes de incorporar las fases. Finalmente se observó que es recomendable que las fases se encuentren a la misma temperatura en el momento de la incorporación para evitar afectar la calidad del enjuague

## 10.2 Características del producto obtenido

Los productos obtenidos presentaron las mismas características que los productos fabricados a escala laboratorio. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 48. Características de los productos en el escalamiento.

Producto	Resultados
Gel para baño	pH 7.5, Viscosidad 5 (adecuada), la espuma fue de cantidad suficiente, semiabierta y de fácil remoción obteniendo una calificación de 6
Shampoo	pH 5, Viscosidad 5 (adecuada), la espuma fue de cantidad suficiente, semiabierta y de fácil remoción obteniendo una calificación de 6
Acondicionador	pH 4.5, viscosidad 4 (adecuada), el aspecto fue de una emulsión blanca sin grumos con un valor asignado de 5

Los valores asignados se obtuvieron de las escalas correspondientes encontradas en el capítulo 6

## 10.3 Envasado

El producto obtenido del escalamiento fue envasado en frascos de plástico tipo PETE como ya se mencionó anteriormente.

El envasado de los productos se realizó cuando todavía el producto se encontraba fluido, ya que al disminuir la temperatura el enjuague se espesaba y el envasado se complicaba considerablemente. Se procuró envasar la misma cantidad de producto en cada

envase. Para ello se fue registrando el peso de cada envase dosificado. De esta manera, los pesos registrados sirven para tener un control sobre la dosificación de cada envase<sup>3</sup>

#### **10.4 Etiquetado**

El *etiquetado* se realizó a petición del cliente. La etiqueta fue de color crema y letras negras. Resultó muy atractiva ya que este color contrastó con el envase color azul.

---

<sup>3</sup> dichos pesos se muestran en el anexo IV

## Capítulo 11. Pruebas de ciclado y retroalimentación

### 11.1 Pruebas de ciclado

Las pruebas de ciclado consisten en someter a condiciones extremas de temperatura y humedad al producto terminado, con la finalidad de conocer su estabilidad física.

Con estas pruebas, se puede tener una idea de la estabilidad de los productos y si van a resistir la vida de anaquel que los productos cosméticos suelen tener. De ninguna manera estas pruebas descartan a las pruebas de estabilidad pero son un buen indicio de cómo se va a comportar el producto almacenado y cuando se encuentre en condiciones extremas de temperatura.[14]

El hotel se encuentra ubicado en una zona muy calurosa donde también existe una humedad muy alta, por lo tanto estas pruebas son muy importantes.

### 11.2 Condiciones de las pruebas de ciclado

Las condiciones a las que se sometieron los productos fueron:

- 24 horas a temperatura ambiente, registrar resultados
- 24 horas a 56 °C, registrar resultados
- 24 horas a 5 °C, registrar resultados
- 24 horas a 56 °C, registrar resultados
- 24 horas a 5 °C, registrar resultados
- 24 horas a temperatura ambiente, registrar resultados

### 11.3 Resultados de las pruebas de ciclado

A partir de las formulaciones consideradas como óptimas del diseño de experimentos se procedió a someter los productos a pruebas de ciclado de acuerdo a las condiciones ya mencionadas, con el fin de observar la estabilidad física de las mismas; y en su caso realizar las modificaciones a la formulación necesarias.

A continuación se muestran los resultados obtenidos, de las variables de respuesta evaluadas en cada producto:

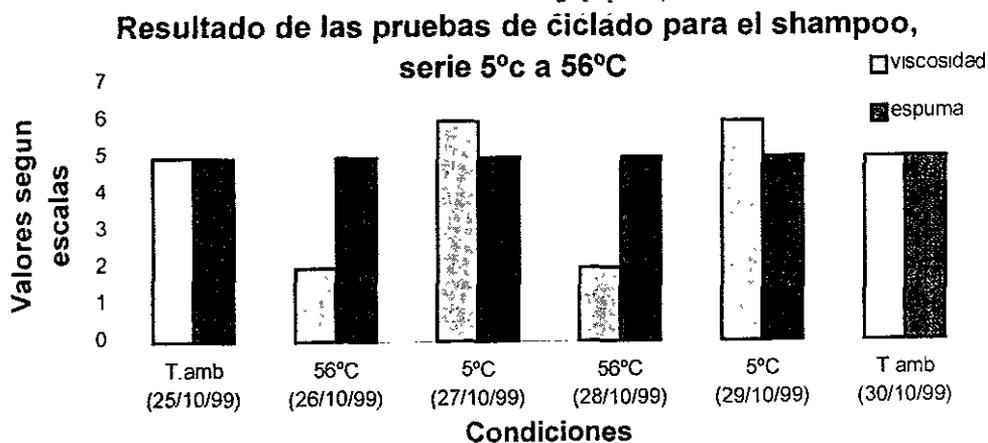
Tabla 49. Resultados de pruebas de ciclado, serie 5°C a 56°C

Productos	Condiciones					
	Temp. Amb	56°C	5°C	56°C	5°C	T.Amb
Shampoo						
Viscosidad	5	2	6*	2	6*	5
Espuma	5	5	5	5	5	5
Gel						
Viscosidad	5	2	6*	2	5	4
Espuma	5	5	4.5	5	4.5	4
Enjuague						
Viscosidad	5	3	6*	3	4	6*
aspecto	4	4	4	2^	4	2^

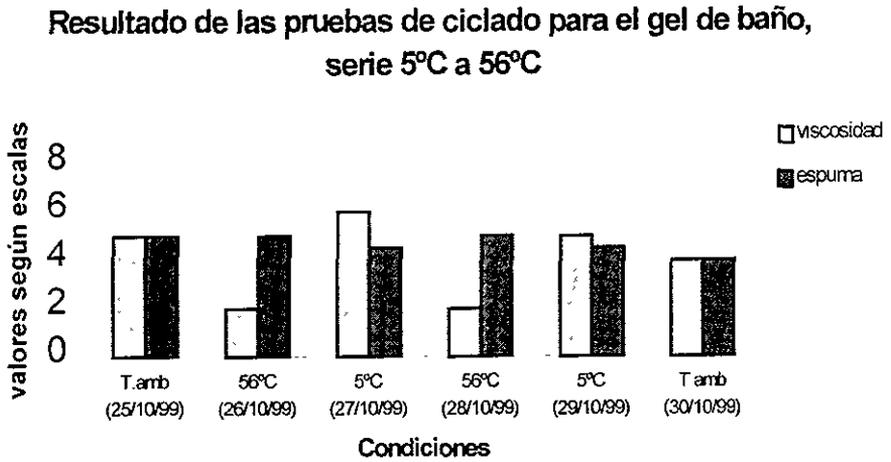
Los valores asignados corresponden a los de las escalas correspondientes (Consultar escalas, capítulo 6). El término sólido se refiere a que el producto se encontraba completamente congelado y era imposible evaluar sus características. Por último el símbolo (\*) se refiere a que este valor no se encontraba en la escala, sin embargo el valor era superior al que se había considerado. El símbolo (<) se refiere a que aunque no hay grumos, se presentan burbujas y agua. Se recomienda consultar el Anexo III, donde se encuentran la misma información pero de manera más detallada.

Para ilustrar mejor la información obtenida de las pruebas de ciclado se muestran a continuación gráficas de los resultados de las pruebas de ciclado para el gel de baño. En las que se muestran los resultados de las respuestas de variable del diseño de experimentos por ser éstas las más significativas para un análisis.

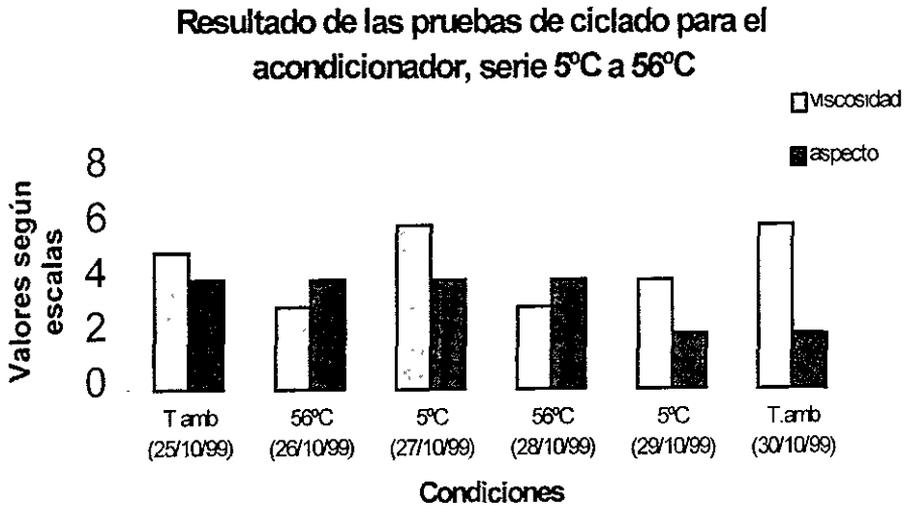
Gráfica 1. Resultado pruebas de ciclado para el shampoo, serie 5°C a 56°C



Gráfica 2. Resultado pruebas de ciclado para el gel para baño, serie 5 a 56°C



Gráfica 3. Resultado pruebas de ciclado para el acondicionador, serie 5ª 56°C



#### 11.4 Análisis de resultados de las pruebas de ciclado

En el shampoo, se observó que la viscosidad disminuye al someterlo a la temperatura de 56°C esto obviamente porque se fluidifica el producto debido a la mayor temperatura, posteriormente al llevarlo a una temperatura de 5°C se hace más viscoso. Este comportamiento se observa en cada ciclo. Finalmente al reestablecer la temperatura ambiente la viscosidad del producto se recuperó y se conservaron las características deseadas en el perfil del producto (ver gráfica I).

En cuanto a la espuma producida por el shampoo, esta no presentó variación a lo largo de la prueba.

Respecto a la viscosidad que presenta el gel de baño, esta mantiene casi el mismo comportamiento que con el shampoo, pues disminuye en cada ciclo fue sometido a una temperatura alta (56°C) y se incrementa al someterlo a una temperatura baja (5°C). Sin embargo, al final de la determinación, no se llega a las condiciones iniciales, pues la viscosidad disminuye, y además la espuma producida se ve también afectada; en particular con lo que se esperaría obtener de esta, pues al término de la prueba la espuma disminuyó.

Esta correlación de hechos hace pensar que los ciclos de condiciones extremas afectaron a un componente de la formulación que a su vez incidía en la viscosidad y la espuma producida. Dentro de la formulación que se sometió a las pruebas de ciclado, hay un excipiente que posee estas características: el *Sulfopon*, que además de cumplir la función de ser surfactante también cumple la función de ser viscosante. Por lo que suponemos fue afectado en su estructura y consecuentemente sus propiedades se modificaron afectando las variables de respuesta ya descritas.

El aroma es menor cuando se somete a una temperatura alta probablemente porque la fragancia se evapora rápidamente sin permitir la detección del mismo y al incrementar la temperatura, también el aroma es muy ligero cuando se congela, esto se puede deber a que la fragancia que no se evaporó, pudo haberse congelado y esto dificulta su percepción. Se recomienda consultar la información del anexo III

Finalmente respecto al enjuague la viscosidad se vió muy alterada en todo el proceso pues al parecer el incremento en la temperatura (56°C) hizo que se perdiera agua que derivó en el incremento de la viscosidad, y que al final del experimento se observó una apariencia tipo pastosa y con ello la viscosidad se incrementó, por otro lado aparecieron burbujas de aire y una capa de agua. Esto pudo deberse a una evaporación de agua que derivó en la ruptura de la emulsión que originó la aparición de las burbujas y agua. El aroma sufrió el mismo fenómeno de los otros productos.

## 11.5 Conclusiones y recomendaciones

Como conclusión: se puede decir que el shampoo, pasó las pruebas de ciclado satisfactoriamente y esto nos indica que esta bien formulado, pues mantiene sus características y las variables de respuesta a evaluar constante durante todo el estudio.

Respecto al gel para baño se puede decir que aunque se vio afectada la viscosidad dicho cambio no fue tan ostensible, pues esa pérdida de viscosidad fue de sólo una unidad de variación, de acuerdo a la escala propuesta. Por otro lado aunque la calidad de la espuma también se vio afectada, se encontró que esas variaciones se deben a las bajas temperaturas y no a las temperaturas altas, y dado que el producto será distribuido en una zona cálida y húmeda, el riesgo de que se presenten estas variaciones será mínimo. Sin embargo, si se desea obtener un producto libre de estas variaciones deberá de realizarse un nuevo diseño de experimentos partiendo de esta formulación como base, pues es la que cumple con el perfil requerido para el producto.

En cuanto al enjuague para cabello, hay alteraciones en el aspecto y esto nos habla de una posible modificación en la formulación y que debe ser considerada una reformulación sobre todo para que las variables de respuesta que se desean evaluar se vieron muy afectadas, tal es el caso de viscosidad y apariencia. Sin embargo como en el caso del gel para baño, dichas variaciones son producidas por las bajas temperaturas las cuales serán poco probables encontrar en la zona donde se distribuirá el producto

## Capítulo 12. Requerimientos legales

Los requerimientos básicos para el registro de productos cosméticos que deben ser tramitados por la empresa en cuestión se muestran a continuación. Como primera instancia mencionaremos lo que la Ley General de Salud solicita:

### CONTROL SANITARIO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS Y DE SU IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN

La Ley General de Salud en su título duodécimo artículo 198: "Únicamente requieren autorización sanitaria los establecimientos dedicados al proceso de medicamentos, plaguicidas, fertilizantes, fuentes de radiación, y sustancias tóxicas o peligrosas para la salud....." [32]

De esta manera nuestros productos cosméticos y de aseo personal quedan fuera de requerir autorización sanitaria. Sin embargo en el artículo 200 Bis, de la Ley en cuestión, se manifiesta: "Los establecimientos a los que se refiere este Título, que no requieran para su funcionamiento de autorización sanitaria, deberán dar aviso a la Secretaría de Salud o a los gobiernos de las entidades federativas, treinta días antes del inicio de operaciones; dicho aviso deberá contener los siguientes datos:

- I.- Nombre y domicilio de la persona física o moral propietaria del establecimiento;
- II.- Domicilio del establecimiento donde se realice el proceso y fecha de inicio de operaciones, y
- III.- Procesos utilizados." [32]

A continuación se muestran los documentos legales para la instalación de una planta en el estado de México. Estos trámites los deberá llevar a cabo el representante legal de la empresa ECCOSPORT que nos solicitó esta información de manera adicional.

### CONSTANCIA DE ZONIFICACIÓN

- Pago en la tesorería
- Copia de cuenta predial
- Memoria descriptiva
- Solicitud de constancia de zonificación

Este documento que expide municipio, donde se especifican los usos permitidos conforme a los planes parciales de desarrollo urbano, para el aprovechamiento del predio, edificación o inmueble.

## LICENCIA DE USO DE SUELO

- Memoria descriptiva
- Anteproyecto arquitectónico
- Solicitud de licencia de uso de suelo

Documento expedido por el municipio, en el cual se autoriza el uso o destino que pretende darse a los predios, conforme a los planos parciales y declaratorias y en su caso asignen como condicionado para una zona.

## EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Para el desarrollo del estudio del impacto ambiental, no existe un formato como tal, pero se requiere que el interesado presente la siguiente información

- Datos generales
- Ubicación y descripción general de la obra o la actividad proyectada
- Descripción del proceso

## LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN

- Solicitud de licencia de construcción suscrita por el propietario y por el director responsable de la obra (DRO)
- Constancia de uso de suelo, alineamiento y número oficial vigente
- Proyecto arquitectónico
- Memoria descriptiva del proyecto a ejecutar
- Proyecto estructural
- Memoria de cálculo
- Licencia de uso de suelo

## INSCRIPCIÓN AL REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES

- Solicitud para la inscripción para el Registro Federal de contribuyentes
- Documento constitutivo, copia certificada (personas morales)

## **Vº. Bº. DE SEGURIDAD Y OPERACIÓN**

- Llenar el formulario de registro

## **MANIFESTACIÓN ESTADÍSTICA**

- Solicitud de manifestación estadística

## **AVISO DE INSCRIPCIÓN PATRONAL Y GRADO DE RIESGO**

- Alta ante la *Secretaría de Hacienda y Crédito Público*
- Última declaración anual fiscal y/o contrato de arrendamiento
- Acta constitutiva
- Identificación con firma del patrón
- Licencia de construcción
- Comprobante de domicilio
- Llenar los formatos de inscripción del patrón, inscripción del asegurado y la hoja de inscripción la empresa en el seguro de riesgos de trabajo

## **AUTORIZACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

- Las solicitudes las maneja la *Secretaría de Comercio*, pero el encargado de peritaje es la compañía de luz

## **REGISTRO EMPRESARIAL**

- Solicitud de registro empresarial

## **DECLARACIÓN DE APERTURA**

- Solicitud de declaración de apertura
- Número de RFC
- Número de acta constitutiva y notario público que la autorizó
- Copia y constancia de zonificación
- Copia de licencia de uso de suelo
- Copia de licencia sanitaria
- Copia de identificación del solicitante

## **AUTORIZACIÓN DE OPERACIÓN**

- Solicitud de autorización de operación, señalando domicilio para notificaciones
- Constancia de zonificación o licencia de uso de suelo
- *Vo. Bo. De prevención de incendios actualizado*
- Licencia sanitaria
- Memoria de actividades

- Acta constitutiva
- Plano de distribución de áreas
- Alta en la SHCP

#### **LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO**

- Solicitud de licencia de funcionamiento
- Licencia sanitaria
- Croquis de localización
- Plano de distribución de maquinaria
- Copia de identificación del solicitante

#### **MANIFESTACIÓN, PAGO DE DERECHOS Y CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

- Solicitud de manifestación de instrumentos de medición de la Procuraduría Federal del Consumidor
- Pago de los derechos correspondientes

#### **LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO**

- Solicitud de tramitación de la licencia. en papel membreteado o con ello de la empresa
- Relación del equipo y maquinaria que esté instalada y funcione en la empresa

#### **REGISTRO DE COMISIONES MIXTAS DE SEGURIDAD EN LOS CENTROS DE TRABAJO**

- Copia del RFC de la empresa
- Copia del registro patronal del IMSS
- Solicitud de registro de la comisión de seguridad e higiene
- Libro para la comprobación de actas de recorrido mensual de comisiones mixtas
- Registro de comisión mixta y de adiestramiento

#### **FORMULARIO UNICO PARA LA OBTENCIÓN DE LA CÉDULA DE MICRO INDUSTRIA**

- Llenar solicitud

## Capítulo 13. Determinación del equipo necesario

### 13.1 Proceso general de preparación del shampoo, gel para baño y acondicionador.

Con el propósito de establecer el equipo necesario para una planta piloto con capacidad real de 10 kg por lote, es necesario extrapolar el proceso de preparación ya realizado, a una escala mayor. A continuación se muestra el proceso de preparación general extrapolado a lotes de 10 kg.

1. Pesar por separado todos los componentes de la fórmula. Tales componentes ya han sido mencionados en capítulos anteriores, y se divide principalmente en fases acuosas y fases oleosas. Colocar los componentes oleosos junto con su vehículo en la mezcladora y comenzar el calentamiento
2. Disolver los componentes acuoso paulatinamente en el agua, previo calentamiento de la misma en la parrilla eléctrica.
3. Una vez que ambas fases, por separado se encuentran ya disueltas, suspender el calentamiento para que se alcance una temperatura similar en ambas fases. Una vez que se tiene la misma temperatura en ambas fases, combinar la parte acuosa en la oleosa.
4. Mantener la temperatura de la mezcladora a 65°C.
5. Comenzar a mezclar suavemente hasta disolver los sólidos que se pudieran encontrar en la formulación.
6. Permitir que se alcance una temperatura de 40°C. Para ello se deberá reducir el calentamiento de la mezcladora. Posteriormente enfriar a temperatura ambiente y agregar la fragancia, homogeneizar. Medir el pH y la viscosidad
7. Dosificar el producto obtenido en envases de 60 g. Para obtener como mínimo 160 unidades por lote. Etiquetar cada envase con el nombre del producto y lote

### 13.2 Determinación del equipo necesario en cada etapa del proceso

Los puntos del procedimiento de manufactura mencionados en el punto anterior se pueden agrupar en tres etapas principales:

5. Pesado de las materias	2. Emulsificación y/o disolución (calentamiento y mezclado)	2. Envasado y etiquetado	4. Control de calidad
---------------------------	---	--------------------------	-----------------------

En el Anexo V se menciona el equipo que a consideración de los sustentantes se necesita para llevar a cabo satisfactoriamente cada etapa del proceso.

## Capítulo 14. Costos y determinación del precio de venta

### 14.1 Inversión inicial.

La inversión inicial, en este caso, deberá ser entendida como el capital necesario para adquirir las instalaciones, equipo y material para fabricar los productos desarrollados. Además de un capital de trabajo para mantener el flujo de efectivo necesario para iniciar la producción de tres meses.

#### Instalaciones

Al considerar la fabricación de los productos desarrollados se debe pensar en que tipo de instalaciones se requiere par tal efecto y que es necesario para montar el espacio adecuado, de esta manera se consideró necesario:

- a. Renta del espacio para la fabricación de los productos
- b. Adquisición de artículos de oficina
- c. Instalación de servicios (luz, agua, teléfono) y acondicionamiento del lugar.

#### Renta del espacio para la fabricación de los productos

En este rubro se supone la renta de un local ubicado en la colonia san juan valpa de la delegación iztapalapa en México D.F.. este espacio cuenta con una superficie de 45m<sup>2</sup>. El costo del la renta es de \$950.00 y se solicita un pago de tres meses por adelantado al momento de ocuparlo.

#### Equipo y material

En el anexo V de este trabajo se muestra un concentrado de las características del equipo y lista de precios del mismo. Cabe señalar que el material ahí mostrado es el necesario para fabricar lotes de 10 kg.

En la tabla 50 se muestra un estimado de la inversión inicial a partir de las instalaciones necesarias:

Tabla 50. Inversión inicial estimada considerando las instalaciones necesarias

Activo	Cantidad
Renta del espacio	\$2,850.00
Instalación de servicios y acondicionamiento del sitio	\$10,000.00
Adquisición de artículos de oficina	\$30,000.00
Equipo y Material	\$131,142.83
Total	\$173,992.83

Las cantidades manejadas en esta tabla, se estimaron considerando las instalaciones y modificaciones al local necesarias. En el caso de equipo y material, la información detallada se encuentra en el anexo V.

## 14.2 Costos directos de fabricación.

Se consideran costos directos de fabricación los siguientes:

1. Materias primas (directas y auxiliares)
2. Envase y Empaque
3. Mano de obra
4. Mantenimiento
5. Servicios (Electricidad, agua, Vapor, teléfono)
6. Costos virtuales (depreciación)

### Materias primas y envase

En el anexo V se describen los precios de las diferentes materias primas empleadas en la elaboración de los cinco productos (crema, bloqueador con repelente, shampoo, acondicionador, gel para baño) que comprende el proyecto ECCOSPORT.

Las características de producción establecidas por los sustentantes son las siguientes:

1. Se tiene una capacidad real de 100 kg por lote.
2. Se fabrican 4 lotes de un solo producto al día.
3. Son cinco productos distintos: crema humectante, bloqueador solar con repelente, shampoo, acondicionador y jabón para cuerpo.
4. Los envases tienen una capacidad de 60 mL
5. Se producen 6400 unidades diarias, si consideramos que se tiene una merma del 4%
6. En cinco días hábiles se producen 32000 unidades, 6400 unidades de cada producto

De esta forma, el costo directo de la producción se obtendría en la siguiente forma:

Tabla 51. Costos directos de materia prima y envase para los productos

	No de unidades producidas/ lote	No. Lotes al día	Costo de materia prima y envase	Precio unitario
Crema	1600	4	\$ 5.038,51	\$0.7872
Bloqueador	1600	4	\$10.352,59	\$1.6175
Shampoo	1600	4	\$5.392,58	\$0.8425
Gel	1600	4	\$5.222,53	\$0.816
Acondicionador	1600	4	\$5.242,59	\$0.819
Semana (total)	8000	20	\$31.248,8	
Mes	32000	80	\$124.995,2	
Año	384000	960	\$1.499.942,4	

Para obtener información más detallada acerca del costo de la materia prima, se recomienda consultar las tablas del anexo VII.

### Mano de obra

Se refiere al conjunto de operarios, técnicos y profesionales involucrados directamente en el proceso de fabricación de los 5 productos y al sueldo asignado a cada una de sus actividades. En la siguiente tabla se muestra detalladamente este concepto. Cabe señalar que se consideraron tres operaciones comunes a la fabricación de los cinco productos.

Tabla 52. Costo por mano de obra

Mano de obra	Sueldo al mes
Pesado (Operador 1)	\$ 1,200.00
Emulsificación (Operador 2)	\$ 1,200.00
Llenado (Operador 3)	\$ 1,200.00
Supervisión (QFB)	\$ 5,000.00
Total	\$ 8,600.00

### Mantenimiento

Se entiende como el conjunto de actividades cuyo propósito es el prevenir el desgaste de las instalaciones y los equipos involucrados en la elaboración de los cinco diferentes productos. En la siguiente tabla se detalla este concepto. Nuevamente cabe señalar que el personal considerado en este rubro es el que se considera necesario para garantizar que tanto los equipos como las instalaciones se encuentren en un estado adecuado para su función.

Tabla 53. Costo por mantenimiento

Mantenimiento	Sueldo al mes
Técnico	\$ 3,000.00
Limpieza	\$ 1,200.00
Albañil	\$ 800.00
Total	\$ 5,000.00

### Servicios

Debe considerarse como servicios todos aquellos auxiliares en la fabricación del producto de manera directa o indirecta. En la siguiente tabla se muestran los servicios que se consideraron necesarios en la producción

Tabla 54. Costo por servicios

Servicios	Gasto al mes
Luz	\$ 450.00
Telefono	\$ 300.00
Agua	\$ 70.00
Gas	\$ 20.00
Total	\$ 840.00

### Depreciación de activos fijos

Un **activo** es un recurso económico propiedad de una *entidad*<sup>1</sup>, del cual se espera que rinda beneficios en el futuro.

El valor del activo se determina por el costo de adquisición del artículo, más todas las erogaciones necesarias para su traslado, instalación y arranque de operación.

Aún cuando los activos fijos duren muchos años, con el tiempo pueden volverse anticuados debido a cambios tecnológicos o quedar fuera de uso por desgaste. Según se van deteriorando o gastando estos activos debido al transcurso del tiempo o del uso, la disminución de su valor se carga a un gasto llamado depreciación. La depreciación indica el monto del costo o gasto que corresponde a cada periodo de tiempo. Se distribuye el costo total del activo a lo largo de su vida útil, al asignar una parte del costo del activo a cada periodo.

Existen diversos métodos de depreciación, el que se utilizará en este trabajo será el método de depreciación en línea recta. Este método supone que el activo se desgasta por igual durante cada periodo. Este método se usa con frecuencia por ser sencillo y fácil de calcular. El método de línea recta se basa en el número de años de vida útil del activo, de acuerdo con la fórmula:

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{Costo-Valor de desecho}}{\text{Años de vida útil}}$$

En la siguiente tabla se muestra la depreciación anual de los activos fijos obtenidos a través de la inversión inicial:

<sup>1</sup> **Entidad.** Este principio postula la identificación de la empresa como ente independiente en su contabilidad, tanto de sus accionistas o propietarios, de sus acreedores o deudores, como de otras empresas. El objetivo de este principio es evitar la mezcla en las operaciones económicas que celebre la empresa con alguna otra organización.[29]

Tabla 55. Depreciación anual de los activos fijos por medio del método de línea recta

Depreciación				
Activo	Costo	Valor de desecho	Años de vida útil	Depreciación anual
Balanza	\$ 1.050.00	\$ 52.50	10	\$ 99.75
Mezcladora	\$ 61.750.00	\$ 3.087.50	20	\$ 2.933.13
Parrilla	\$ 3.477.00	\$ 173.85	5	\$ 660.63
Limpiadora	\$ 40.375.00	\$ 2.018.75	20	\$ 1.917.81
pH metro	\$ 1.140.00	\$ 57.00	10	\$ 108.30
Viscosímetro	\$ 20.330.00	\$ 1.016.50	15	\$ 1.287.57
Material	\$ 3.020.83	\$ 151.04	5	\$ 573.96
Artículos de oficina	\$ 30.000.00	\$ 1.500.00	3	\$ 9.500.00
Total				\$ 17.081.14

Dentro del rubro edificio se consideró: terreno, construcción de la planta, construcción de las oficinas y servicios

De esta forma, el costo directo de fabricación al mes, se obtendría en la siguiente manera:

Tabla 56. Costos directos de fabricación

Costos directos de Fabricación	Cantidad al mes en pesos
1. Materias primas y envase	\$ 124.995.20
2. Mano de obra	\$ 8.600.00
3. Mantenimiento	\$ 5.000.00
4. Servicios (Electricidad, agua, teléfono)	\$ 840.00
5. Costos virtuales (depreciación)	\$ 1.423.45
Total	\$ 140.858.65

Se recomienda consultar el anexo VII para facilitar la comprensión de las cantidades

#### 14.3 Gastos indirectos.

Gastos indirectos son aquellos costos que no inciden directamente sobre la fabricación del producto, pero son necesarios y se encuentran asociados al proceso. Dentro de estos gastos indirectos se considerarán los siguientes:

1. Gastos financieros
2. Gastos de administración
3. Ventas: Publicidad y Transporte

En la siguiente tabla se detallarán las cantidades invertidas en cada rubro.

Tabla 57. Cantidad gastada mensualmente debida a los gastos indirectos

Gastos indirectos	Cantidad al mes
Gastos financieros	\$ 5.000.00

Gastos de administración	\$	5.000.00
Publicidad	\$	8.000.00
Transporte	\$	3.000.00
Total	\$	21.000.00

#### 14.4 Costo del producto

Para determinar el costo del producto se tomaron en cuenta tanto el costo directo de fabricación como los gastos indirectos y el número de fabricación producidas al mes. En la siguiente tabla se detallan estos rubros:

Tabla 58. Costo por Unidad

Número de fabricación producidas en un mes:	32000
Costo directo de fabricación al mes:	\$140.858.65
Gastos indirectos mensuales:	\$21.000.00
Total:	\$161.858.65
Costo por unidad:	\$ 5.05

#### 14.5 Punto de equilibrio y flujo de efectivo.

Como se puede observar en la tabla 58, el costo por unidad es alto, sin embargo, este disminuye a medida que la cantidad de producto se incrementa el precio se irá reduciendo con lo que las utilidades se incrementan notablemente. Lo recomendable es aprovechar al máximo los recursos que se están invirtiendo en los rubros de publicidad para captar una mayor cantidad de clientes que ayuden a incrementar las ventas.

#### 14.6 Determinación del precio de venta.

Muchos factores influyen en el precio, el cual influye en las ventas y las ganancias. Los precios muy altos pueden disminuir las ventas; los precios muy bajos pueden dar resultado a un negocio no rentable y un flujo de ingreso que no cubra costos y gastos. El precio es la cantidad de dinero que un comprador paga a un vendedor a cambio de productos y servicios. Este es el concepto económico tradicional de precio, llamado precio objetivo. El determinar un precio no requiere de la inversión involucrada con la publicidad o desarrollo de productos o el establecimiento de canales de distribución. Los cambios de precio son ciertamente implementados más fácilmente que los cambios de distribución y de producto. Consecuentemente, la manera más rápida y efectiva para una compañía de obtener las máximas ganancias es determinando el precio correcto.

El precio también afecta la demanda del consumidor. Las decisiones acerca del precio están entre las más importantes de una empresa. Los precios están limitados en mayor grado por la aceptación del mercado y los precios de la competencia y en menor grado por el hecho de que el precio debe cubrir costos mas alguna recuperación de la inversión.

Beneficios de las promociones de precio:

1. Estimula ventas y el tráfico de almacén
2. Permite a los fabricantes ajustar las variaciones en suministro y demanda sin cambiar lista de precios
3. Permite a los negocios regionales competir contra marcas con gran presupuesto en publicidad.
4. Reduce el riesgo del minorista en abastecer nuevas marcas mediante el convencimiento del consumidor para que lo pruebe y así limpiar su almacén de mercancía obsoleta no vendida.
5. Satisface acuerdos entre minoristas y fabricantes.
6. Estimula la demanda tanto de productos promovidos como de productos complementarios (no promovidos).
7. Da a los consumidores la satisfacción de sentirse compradores inteligentes, tomando ventaja de precios especiales.

Al tomar decisiones de precio, se debe considerar el papel del precio en la percepción del consumidor en cuanto a la calidad del producto y su imagen.

El precio no se debe determinar sin el conocimiento de los cambios en el mercado y las diferencias entre segmentos de este.

A menudo las compañías establecen precios para estimular el crecimiento de ventas, dándose cuenta de que el precio y el volumen de las ventas están inversamente relacionadas, es decir, un precio menor normalmente incrementará el volumen de ventas. Los beneficios de un mayor volumen de ventas se basan en la suposición de que las ventas incrementadas bajan los costos de producción, aumentan los ingresos, y mejoran las ganancias a precios bajos. El precio de introducción es a veces la estrategia usada para cumplir este objetivo. Las firmas, siguiendo una perspectiva de productividad establecen precios bajos de introducción para promover el producto y generar crecimiento de ventas, como estrategia de mercado. El precio de introducción también es útil para derrotar nuevos competidores.

En algunas ocasiones se fija una lista de precios alta pero se usa una oferta baja introductoria para generar la ventas iniciales. Este método es ventajoso ya que los precios altos reflejan la calidad del producto, de otro modo, algunos compradores cuestionarán la calidad si se usa solamente un precio introductorio bajo.

Para determinar el precio del producto, es necesario considerar las cinco C's del precio

1. Costos
2. Clientes
3. Canales de distribución

- 4 Competencia
- 5 Compatibilidad

## **COSTOS**

Los costos asociados con producción, distribución y promoción de un producto son indispensables para establecer el precio mínimo.

Los precios deben cubrir, al menos a largo plazo, la inversión y el soporte detrás del producto, así como proveer de suficientes ingresos y ganancias para la compañía. En algunos casos los costos deben reducirse para mantener la competitividad en el precio.

## **CLIENTES**

Las expectativas del cliente y su buena disposición para pagar son influencias muy importantes en las decisiones de precio. Las reacciones de los compradores son determinantes primarios en la demanda. En algunos casos, los clientes están de acuerdo en pagar precios altos a cambio de mayores beneficios o aspectos mejorados del producto. Muchas firmas ahora enfatizan el valor ofreciendo precios más bajos y mejor calidad.

## **CANALES DE DISTRIBUCIÓN**

El precio debe ser tal, que permita a las cadenas de distribución añadir una cantidad respetable para sus ganancias.

## **COMPETENCIA**

La reacción de los competidores al cambio de precio también influye en las decisiones de precio. Las compañías que ponen un precio exitosamente en mercados competitivos saben que el objetivo no es solo ganar ventas; sino mantener tales ventas en el futuro.

## **COMPATIBILIDAD**

Finalmente, el precio de un producto debe ser compatible con todos los objetivos de la firma. Cuando se pone precio a un producto, una firma debe considerar los precios de otros productos dentro de su línea de productos.

## Capítulo 15. Análisis de resultados y conclusiones.

En general el presente trabajo permitió conocer los factores involucrados desde el diseño de los diversos productos hasta el posible montaje de una pequeña empresa considerando todos los factores involucrados en otros procesos.

Respecto a los proveedores de materias primas seleccionados, cabe recordar que durante el conflicto estudiantil hubo que recurrir a una búsqueda más amplia debido a que no se contaban con las referencias facilitadas en la Universidad. Sin embargo, esta *limitante se convirtió en ventaja al encontrar posibles futuros proveedores para el montaje de la planta.*

Esta misma limitante permitió la instalación de un laboratorio temporal para realizar este trabajo, y con ello se logró tener una mayor idea del equipo y material necesario para la elaboración de los diversos productos.

Los estudios de preformulación realizados a partir de las fórmulas tipo proporcionadas por los proveedores fueron una buena manera de abordar las metas planteadas, pues a través de ellos se tuvo un mayor conocimiento de las materias primas y de su influencia en las características a evaluar en los productos.

En cuanto al diseño de experimentos, este es una herramienta útil en la selección y optimización de las características buscadas en cada producto. Además hay una mayor confianza al tener un respaldo estadístico en la toma de decisiones, y más importante es que a través del método de Yates, se puede llegar a una ecuación que permita evaluar los efectos de los factores seleccionados en la formulación así como de las interacciones entre estos. Por otra parte esta ecuación constituye una valiosa ayuda al momento de optimizar (si se desea) los resultados.

Los productos obtenidos de esta manera a través del diseño de experimentos presentaron una muy buena calidad y cumplían los requisitos del cliente, además de que mostraron una buena estabilidad, con lo que su eficiencia se incrementa. Esto permite un manejo adecuado en la zona donde serán distribuidos, sin el riesgo de sufrir alteraciones. Así, se logró satisfacer cada una de las metas y objetivos planteadas para cada producto

El envase elegido, ayuda mucho a incrementar la calidad visual del producto, adicionalmente la dosificación se facilita frente a los envases tradicionales de la competencia, confiriéndole una ventaja frente a estos.

Respecto al equipo empleado en la manufactura, se observó que los procedimientos de fabricación del proyecto Eccosport son comunes a los productos, lo que permite una

planeación en la producción de los mismos, con esto se aprovechan al máximo estos recursos.

De acuerdo a los costos encontrados, los valores considerados para los rubros de inversión inicial, costos directos e indirectos de fabricación y la depreciación de activos son elevados de acuerdo a las consideraciones realizadas en el capítulo 14. Con ello, el proceso de venta de los productos es considerablemente elevado. Sin embargo, a medida que la planta incrementa sus ventas este costo *tenderá a disminuir* proporcionándole al proyecto una mayor rentabilidad.

Es de considerarse que uno de los factores que más afecta al costo unitario del producto es el envase, pues se incrementa el valor del producto terminado *considerablemente al ser acondicionado* en este envase. Por lo que se sugiere una forma diferente de dosificar las amenidades (productos cosméticos proporcionados por el hotel), por ejemplo: en envases de menor capacidad, buscando una calidad de envase similar a la del envase de referencia; o bien, dosificar vía dispensadores manuales que pueden colocarse en los accesos del hotel para el caso de la crema y el bloqueador con repelente, y *en las habitaciones* para el caso de los productos restantes.

Otra posible alternativa para disminuir los costos relativos a la inversión inicial lo constituye la posibilidad de *rentar diferentes activos, en lugar de considerar su compra.*

Finalmente se sugiere una expansión en el mercado de ventas, pues las características obtenidas en los productos no son exclusivas de un producto para hotel, pues pueden competir con marcas comerciales diversas.

## Capítulo 16. Bibliografía

1. Casañas A., Figueroa M.  
 "Desarrollo farmacéutico e industrial de una crema humectante y bloqueador con repelente para insectos".  
 Tesis mancomunada para obtener el título de *Químico Farmacéutico Biólogo*,  
 Facultad de Química; UNAM. 2000 (en desarrollo).
2. Bennett's Cosmetic Formulary  
 Compiled by Editorial Staff  
 Chemical Publishing Co. Inc  
 New York. 1993
3. "Reach 4 life quality products"  
<http://www.reach4life.com/3004.htm>
4. Croda.  
[http://www.croda.co.uk/oleochemicals/personalcareon\\_skincare.htm](http://www.croda.co.uk/oleochemicals/personalcareon_skincare.htm)
5. The BF-Goodrich Co.  
 "Formulation Guide. Polymers for personal care"  
 Edited by BF-Goodrich, polymers division  
 Copyright. USA. 1997.
6. Union Standard de México.  
<http://www.unionmachinery.com>  
<http://www.unionstandard.com>
7. Cole-Parmer  
<http://www.coleparmer.com>
8. Wilkinson J.G.,  
 "Cosmetología de Harry",  
 Edit. Díaz de Santos,  
 Madrid, 1990
9. Williams D.F. y Schmitt W.H.,  
 "Chemistry and technology of the cosmetics and toiletries industry"  
 Blackie Academic and Professional,  
 London. 1992.
10. Maron & Prutton  
 "Fundamentos de físicoquímica"  
 Limusa-Noriega editores,

- México 1994.
- 11 Howard C.  
"Pharmaceutical dosage forms and drug delivery systems"  
Lea & Feiberg,  
London. 1990
  12. Conjunto Lar,  
"Guía de formulaciones Conjunto Lar"  
D R 1995
  13. Vidales G Ma Dolores.  
"El mundo del envase. Manual para diseño y producción de envases y embalajes"  
Edit. GG-UAM azcapozalco, 2ª edición,  
Mexico. 1997.
  - 14 Loyd V Allen.  
"The art, science and technology of pharmaceutical compounding"  
American Pharmaceutical Association  
Washington. 1998
  - 15 Informatica Cosmos.  
"Guía de la Industria química"  
editada por Cosmos,  
México. 1994
  - 16 Cosmos online  
<http://www.cosmos.com.mx>
  17. Equipar  
<http://www.teesa.com/equipar>
  - 18 Asociación Farmacéutica Mexicana  
Informacéutico – Expofarma  
Vol 6, No 2,  
Revista de la Asociación Farmacéutica Mexicana  
México. 1999
  - 19 Koontz. H.  
"Administración, una perspectiva global"  
Mc Graw Hill,  
Mexico 1998
  20. Guajardo C  
"Contabilidad financiera"  
Mc. Graw Hill,  
Mexico. 1995

- 21 La casa de la bascula  
<http://www.leb.com.mx>
- 22 John J.A y Quenoville H.,  
"Experiments: design and análisis"  
Edit: Ch Guffin,  
London, 1977.
- 23 Johnson R.A.,  
"Probabilidad y estadística para ingenieros"  
Edit: Prentice Hall,  
Mexico, 1997
- 24 Chemical & Pharmaceutical Industry  
<http://www.ChemiPharm.com>
- 25 Lachman I. y Liebertman H.,  
"The theory and practice of industrial pharmacy".  
Edit: Lea & Febiger, 3a edición,  
Philadelphia, 1986
- 26 Moore David.,  
"Estadística aplicada básica".  
Edit: A Bosch,  
Barcelona, 1998
- 27 Kazmier Leonard.,  
"Estadística aplicada a la administración y a la economía"  
Edit: Mc Graw Hill, 3ª edición,  
Mexico, 1998
- 28 "Formulations for skin care"  
<http://www.greatskin.com/product/mdf.htm>
- 29 Guajardo C.,  
"Contabilidad financiera".  
Edit: Mc. Graw Hill, 2a edición,  
Mexico, 1995
- 30 Koontz H.,  
"Administración, una perspectiva global"  
Edit: Mc. Graw Hill, 11ª edición,  
Mexico, 1998

- 31 Ganong W .  
"Fisiología medica".  
Edit. El manual moderno. 4ª edición.  
México. 1998.
- 32 Ley General de Salud  
Mexico

## ANEXO I.

En este apartado se muestran las características de las materias primas empleadas en la elaboración de los diferentes productos. Se encuentran categorizados para facilitar su búsqueda y referencia. Adicionalmente se muestran los valores inspeccionados en el control de calidad aplicado a cada materia prima y expresados en el certificado de análisis.

Tabla 59 Principales características de los excipientes empleados

Nombre del compuesto	Nombre comercial	Proveedor	Función	Productos
Hidróxido de sodio	Sosa cáustica	Lagsom Química	Neutralizante	Gel para baño
dictanolamida de ácidos grasos de coco	Comperlan C-850	Conjunto Lar	Espesante, acondicionador, estabilizador espuma	Gel para baño y shampoo
Lauril sulfato de sodio	Sulfopón-30	Conjunto Lar	Tensoactivo, detergente	Gel para baño
Lauril éter sulfato de sodio	Texapón N-5	Conjunto Lar	Tensoactivo, detergente	Gel para baño y shampoo
Amida de ac. Graso e estructura betaina	Dehyton KB	Conjunto Lar	Tensoactivo anfótero	Gel para baño y shampoo
Lauril sulfato de amonio y lauret sulfato de amonio	Plantarem APB	Conjunto Lar	Surfactante	Shampoo
2-hidrox-1,2,3-ácido propano tricarbóxi-lico	Ac. Citrico	Lagsom Química	antioxidante	Shampoo
cetil-trimetil cloruro de amonio	Dehyquart A	Conjunto Lar	Acondicionador, surfactante catiónico	Enjuague
Tensoactivo catiónico	Dehyquart C-4046	Conjunto Lar	Surfactante catiónico, acondicionador	Enjuague
Polímero acrílico	Carbopol ETD-2020	Multiquim	Espesante	Gel para baño y shampoo
Etilendiaminotetracetato de sodio	EDTA	Lagsom Química	Secuestrante	Gel para baño
Trietanolamina	-	Multiquim	Neutralizante	Shampoo
Monodiglicéridos de ac. estearico y palmítico	Cutina MD	Conjunto Lar	Emulsificante	Enjuague
Alcohol cetosteárico	Eumulgm B-1	Conjunto Lar	Emulsificante no iónico	Enjuague
Alcohol cetílico	-	Conjunto Lar	Factor consistencia, emoliente	Enjuague
Lanolina Anhidra	-	Cedrosa	Barrera humedad	Enjuague
Metil parabeno	-	Cedrosa	Conservador	Todos
Propil parabeno	-	Cedrosa	Conservador	Todos

Base coco	-	Henkel	Fragancia	Todos
Piña 0239	-	Essencefleur	Fragancia	Todos
Sandia 1643	-	Essencefleur	Fragancia	Todos
Naranja 0216A	-	Essencefleur	Fragancia	Todos
Papaya 1248A	-	Essencefleur	Fragancia	Todos
Mango 1003B	-	Essencefleur	Fragancia	Todos
Manzana 0877	-	Essencefleur	Fragancia	Todos

Inventario de materias primas adquiridas para el desarrollo del shampoo, acondicionador y gel para baño

## 1. Hidróxido de sodio

**Proveedor:** Lagsom Química, S.A. de C.V.

**Nombre comercial:** Sosa cáustica líquida

**Aplicaciones:** En solución se emplea para neutralizar ácidos y formar sales sódicas. Para remover los ácidos orgánicos y sulfúrico del petróleo. En la fabricación de celulosa, celotán, adhesivos, jabones. Reactivo analítico

**Almacenamiento:** La sosa tiene buena estabilidad cuando es almacenada durante menos de 6 meses a temperatura ambiente.

## 2. Dietanolamida de ácidos grasos de coco

**Proveedor:** Henkel

**Distribuidor:** Conjunto Iar

**Nombre comercial:** Comperlan C-850

**Número de lote:**

**Aplicaciones y propiedades:** Comperlan C-850 es un líquido con olor tenue, su uso permite una considerable mejora de las propiedades de las sustancias activas de lavado, tales como efecto acondicionador, solubilizante, emulsionante, regulador de viscosidad y estabilizador de espuma. En agua forma soluciones transparentes a ligeramente turbias, en soluciones de diferentes clases de tensoactivos es claramente soluble hasta concentraciones relativamente altas. Así mismo, es fácilmente soluble en alcoholes de alto y bajo peso molecular. Es soluble en aceites grasos y ésteres grasos dependiendo del tipo de aceite y de la cantidad del producto utilizada. Dentro de sus características particulares está su capacidad de incrementar viscosidad de formulaciones con tensoactivos, especialmente en combinación con alcoholes grasos sulfatados y etoxilados. En presencia de este producto pequeñas adiciones de sal común bastan para incrementar la viscosidad. Se utiliza para shampoos, preparados cosméticos de baño, preparaciones líquidas y en pasta, preparados detergentes de uso general con buenas propiedades de espumado. En general este producto

- Mejora la acción de lavado y limpieza
- Incrementar las propiedades de estabilidad de espuma en presencia de grasas de alto peso molecular

- Incrementar la solubilidad de componentes oleosos y aceites perfumados para baño en soluciones tensoactivas
- Incrementar la resistencia de la emulsión
- Mejorar la sensación de suavidad de la piel o del cabello

**Control de calidad:**

Característica	Límite inferior	Límite superior	Valor (%)
Amida	80.0	0.0	91.5
Amina Libre como DEA	0.0	7.0	5.53
Aspecto liq. Trans	-	-	OK
Color amarillo			
Color Gardner	0.0	4.0	3.0

### 3. Lauril sulfato de Sodio

**Proveedor:** Henkel

**Distribuidor:** Conjunto Lar

**Nombre comercial:** Sulfopón 30

**Número de lote:** 719365

**Aplicaciones:** Sulfopón 30 es recomendado como materia prima en la fabricación de preparados cosméticos de limpieza. Dispone de excelentes propiedades detergentes y espumantes. Este producto puede mezclarse con otras materias primas tensoactivas tanto no iónicas como iónicas, así como agentes nacarantes. Tiene buena solubilidad en agua, compatibilidad con la mucosa, excelente facilidad de incrementar su viscosidad en combinación con amidas o electrolitos. Es excelente para fabricar líquidos así como shampoos en gel

**Control de calidad:**

Característica	Límite inferior	Límite superior	Valor (%)
Material Activo PM=300	28.0	30.0	28.61
PH sol. Al 10% agua	7.5	8.5	8.3
Aspecto liq. Trans	-	-	OK
Color liq. Amarillo			
Color Gardner	0.0	1.0	1.0

### 4. Lauril éter sulfato de Sodio

**Proveedor:** Henkel

**Distribuidor:** Conjunto Lar

**Nombre comercial:** Texapon N-5

**Número de lote:** 722223

**Aplicaciones y propiedades:** Esta materia prima posee buenas propiedades espumantes también a temperaturas bajas y es compatible frente a los agentes de dureza del agua. TEXAPON N-5 posee un bajo olor propio el cual permite un perfumado duradero. Igualmente, la coloración de este producto no presenta problemas. Puede emplearse para la fabricación de baños de espuma y de ducha, así como para shampoos. Debido a su baja viscosidad es especialmente apropiado para el transporte en condiciones poco favorables o para cuando el fabricante desee ajustar la viscosidad según sus necesidades.

**Control de calidad:**

Característica	Límite inferior	Límite superior	Valor (%)
Aspecto liq. Trans Color amarillo	-	-	OK
Material Activo PM=440	28.0	30.0	28.24
PH sol. Al 10% agua	6.7	7.5	7.2
Viscosidad	600.0	1000.0	720 cps
Cloruro de sodio	0.0	1.0	0.8

## 5. Derivado de amida de ácido graso con estructura de betaína

**Proveedor:** Henkel

**Distribuidor:** Conjunto Lar

**Nombre comercial:** Dehyton KB

**Número de lote:** 721528

**Aplicaciones y propiedades:** Dehyton KB pertenece a una clase de tensoactivos anfóteros con estructura betaínica. Por sus propiedades especiales este producto es particularmente apropiado en mezcla con éter sulfatos de alcoholes grasos, para la elaboración de preparaciones tensoactivas suaves, como shampoos, removedores de maquillaje, productos de higiene personal, shampoos para bebés y productos de tratamiento para el cabello. Dehyton KB como tensoactivo anfotérico es compatible con todas las clases de tensoactivos usados en cosmética, con tensoactivos aniónicos, tales como alcoholes grasos sulfatados y éter sulfatados (tipo TEXAPON) y jabones, con tensoactivos catiónicos y con tensoactivos no iónicos

**Control de calidad:**

Característica	Límite inferior	Límite superior	Valor (%)
Aspecto liq. Trans no viscoso de incoloro a lig. Amarillo	-	-	OK
Material Activo (sólidos- NaCl)	28.0	32.0	28.35

PH directo	4.5	5.5	5.5
Sólidos	32.0	36.0	33.07
Color Lovibond amarillo en celda 5 <sup>1/4</sup>	0.0	4.0	4.0
Color Lovibond rojo en celda 5 <sup>1/4</sup>	0.0	1.0	1.0
Cloruro de sodio PM 1 gr	0.0	5.5	4.71

**6. Laufil sulfato de amonio, Lauril éter sulfato de amonio, Lauramida DEA, glucósido laurílico.**

**Proveedor:** Henkel

**Distribuidor:** Conjunto Lar

**Nombre comercial:** Plantarem APB

**Número de lote:** 716695

**Aplicaciones y propiedades:** Plantarem APB es un surfactante concentrado activo. Es una combinación de una espumantes aniónicos, alcanolamida y un glucósido laurílico. Se puede diluir para producir shampoos con alto poder espumante y también para desmaquillantes con un alto grado de potenciación de la viscosidad.

**Control de calidad:**

Característica	Límite inferior	Límite superior	Valor (%)
Aspecto liq Viscoso de color amarillo	-	-	OK
Sólidos totales	60.0	67.0	61.9
PH directo	5.5	6.5	6.3
Material activo PM=316	49.0	53.0	49.07%
Color Gardner	0.0	2.5	2.0
Sulfato de amonio	1.2	2.0	1.26

**7. 2-hidroxi-1,2,3-ácido propanotricarboxílico**

**Proveedor:** Lagsom Química, SA de CV

**Nombre comercial:** Acido citrico anhidro

**Aplicaciones y propiedades:** El ácido cítrico tiene múltiples usos en la industria cosmética y alimenticia. En la industria cosmética se utiliza como antioxidante en la preparación de shampoos y productos para la limpieza.

## 8. Cetil-trimetil cloruro de amonio

**Proveedor:** Henkel

**Distribuidor:** Conjunto Lar

**Nombre comercial:** Dehyquart A

**Número de lote:** 190842

**Aplicaciones y propiedades:** Es una solución clara, prácticamente inodora, debilmente amarillenta, del cloruro amónico catión activo de cetil-trimetilo. Este producto, posee un buen poder espumante y humectante, así como excelentes propiedades emulsionantes, actuando de un modo bactericida y fungicida en soluciones neutras débilmente ácidas o alcalinas. Puede emplearse en aquellos casos en los que además de buenas propiedades humectantes y emulsionantes, se requiera cierta acción germicida, siendo su empleo muy ventajoso para la elaboración de inhibidores de olor, bactericidas y fungicidas. Dehyquart A es sustantivo en el pelo e influye positivamente en la peinabilidad en húmedo y en seco, es un agente abrillantador y antiestático en preparaciones para el cabello. Estas propiedades de los compuestos cuaternarios de amonio son particularmente usadas en la producción de acondicionadores para el cabello. Si el Dehyquart A es usado en una preparación acuosa alcohólica para el cabello, el cabello da una apariencia lustrosa normal. Los residuos de sustancias activas que quedan en el cabello después de haber sido lavadas con surfactantes aniónicos son neutralizadas por el subsecuente tratamiento con acondicionadores del cabello y produce un cierto efecto reengrasante como sales eléctricamente neutras. Es muy soluble en agua y no presenta problemas por la dureza del agua. Es compatible con anfotéricos como Dehyton así como surfactantes no iónicos. Algunos principales campos de uso de Dehyquart A son: agentes de tratamiento para el cabello como preparaciones acondicionadoras para el cabello con vitaminas, hierbas, etc. Enjuagues para cabello, restablecedores, lociones para cabello, cremas de tratamiento, tintes para el cabello, crema y ungüentos desinfectantes, detergentes bactericidas

**Control de calidad:**

Característica	Límite inferior	Límite superior	Valor (%)
Aspecto liq. Trans	-	-	OK
Maternal Activo PM=320	24.5	26.0	25.52
PH sol. Al 10% agua	6.0	8.0	6.1
Color Gardner	0.0	1.0	1.0

## 9. Mezcla de alcohol graso, tensoactivo catiónico y emulsionante no iónico

**Proveedor:** Henkel

**Distribuidor:** Conjunto Lar

**Nombre comercial:** Dehyquart C-4046

**Aplicaciones y propiedades:** Es un compuesto de carácter catiónico, especialmente indicado para la producción. Es una base autoemulsionable de carácter catiónico. Sus características fundamentales son alta capacidad suavizante y acondicionadora, efecto antiestático muy acusado, formulaciones compatibles desde el punto de vista toxicológico, componente catiónico altamente biodegradable. Su uso es de un 4 al 8% en solución acuosa. El intervalo de pH más favorable para el empleo de este producto es entre 3 y 4.

**Control de calidad:**

Característica	Límite inferior	Límite superior	Liberado
Aspecto	-	-	OK
Material Activo	22.4	26.4	Liberado
pH sol. Al 5% agua	2.0	3.5	Liberado
Índice acidez	4.0	9.0	Liberado
Punto de fusión	53	57	Liberado

## 10. Carbómero. Polímero acrílico como espesante

**Proveedor:** BFGoorich

**Distribuidor:** Multiquim

**Nombre comercial:** Carbopol ETD-2020

**Número de lote:** CC93LEK864

**Aplicaciones y propiedades:** Espesante. Es el polímero más fácil de dispersar disponible para geles transparentes claros y emulsiones. Proporciona un alto y eficiente poder de espesamiento con excelente claridad, poder de suspensión y estabiliza emulsiones proporcionándoles un aspecto elegante y no pegajoso. Los agentes neutralizantes usados más comúnmente en cuidado personal también pueden ser empleados con este compuesto incluyendo al hidróxido de sodio, varias aminas similares como TEA o trotametamina y trietanolamina.

**Control de calidad:**

Característica	Límite inferior	Límite superior	Valor (%)
Viscosidad	32000	77000	56000
Metales pesados	-	< 10 ppm	0.01
Pérdida al secado		2.0	1.0
Acetato etílico residual		0.5%	0.12
Ciclohexano residual		combinados	0.3

## 11. EDTA

**Proveedor:** Lagsom Quimica, SA de CV

**Número de lote:** 210899-ET1

**Nombre químico:** Etilendiaminotetracetato de sodio

**Aplicaciones y propiedades:** Agente secuestrante.

**Aspecto:** polvo blanco

## 12. Trietanolamina

**Proveedor:** Multiqum

**Número de lote:** DIRJQ280497

**Aplicaciones:** Agente neutralizante. Es utilizado para dar el pH final a formulaciones como cremas, geles, algunos shampoos, emulsiones y productos industriales

**Control de calidad:**

Característica	Especificaciones
Aspecto	Líquido viscoso, transparente
Olor	Ligeramente amoniacal, característico
Color A.P.H.A (Pt-Co)	300 max.
Peso específico 25°C	1.1204-1.2840
%Humedad	0.5%
Alcalinidad (como %KOH)	38.7-40.1
Monoetanolamina	1.0% max
Diéanolamina	11.0-15.0%
Trietanolamina	85.0-89.0%
Materia en suspensión	Substancialmente libre
Plomo	1.0 ppm
Arsenico (como As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.0 ppm
Hierro	15.0 ppm
Peso equivalente	140-144

## 13. Monodiglicéridos de ácido esteárico y palmítico

**Proveedor:** Henkel

**Distribuidor:** Conjunto Lar

**Nombre comercial:** Cutina MD

**Número de lote:** 718672

**Aplicaciones:** Emulsificante para la elaboración de alimentos. Útil en sistemas de emulsiones o/w y w/o. Es utilizado como agente para la consistencia.

**Almacenamiento:** Cutina MD tiene buena estabilidad cuando es almacenado en contenedores bien cerrados a temperaturas inferiores a 30°C.

**Control de calidad:**

Característica	Especificaciones	Resultados
Aspecto	Escamas color crema	OK
Glicerina	0.0-7.0%	0.61
Acidez	0.0-3.0 mg/g	2.91
Monoglicéridos totales	48.0-52.0%	48.34

**14. Alcohol cetoestearílico****Proveedor:** Henkel**Distribuidor:** Conjunto Lar**Nombre comercial:** Eumulgin B-1**Número de lote:** 717861

**Aplicaciones:** Eumulgin B-1 es una masa blanca cerosa, con un débil olor propio. El producto es un emulsionante no iónico, universalmente apropiado para la elaboración de emulsiones cosméticas y farmacéuticas del tipo aceite en agua. Emulsiones elaboradas con este emulsionante se caracterizan por su grado de finura y además son apropiados para preparados difíciles de emulsionar o para sustancias nocivas a la emulsión. Emulsificante para emulsiones especialmente fluidas o consistentes en preparados cosméticos y farmacéuticos del tipo aceite en agua prefiriéndose su empleo en emulsiones fluidas hasta semifluidas. Eumulgin B-1 se emplea como disolvente de aceites esenciales, etc., en preparados detergentes tales como baños de espuma, shampoo y otros productos para el baño, sin reducir la espuma o viscosidad. Se emplea ventajosamente en combinación con factores de consistencia, como por ejemplo, alcoholes grasos, como *Cutina MD*. La cantidad de empleo para la elaboración de ungüentos y cremas es de aproximadamente 20% de las sustancias grasas empleadas. En emulsiones líquidas, especialmente en forma de leche cutánea, el porcentaje de este producto es más elevado comparado con el de los factores de consistencia.

**Instrucciones de uso:** Eumulgin B-1 se funde al baño maría a una temperatura de 70°C aproximadamente, junto con los factores comunicadores de consistencia como *Cutina MD*, así como ceras y grasas minerales, además de los componente oleosos y aceites vegetales y minerales. Sustancias activas solubles en aceite se diluyen en dicha fusión. Agua y soluciones acuosas de principios activos se añaden así mismo a una temperatura de 70°C aproximadamente bajo agitación. Sustancias termosensibles como aceites esenciales, extractos alcohólicos, vitaminas y hormonas se incorporan a la emulsión después de que se haya enfriado aproximadamente a 30°C. Es ventajosa una homogenización mecánica, aún cuando no sea necesaria en todos los casos

**Almacenamiento:** En los envases originales y a temperaturas inferiores a 40°C se puede conservar por lo menos durante 1 año.

**Control de calidad:**

Característica	Especificaciones	Resultados
Aspecto	Sólido blanco	OK
Color Gardner	0.0-1.0	1.0
Índice de Hidroxilo	68.0-75.0mg/g	74.88
PH sol. Al 1% en agua	6.0-7.5	6.9

### 15. Alcohol cetílico

**Proveedor:** Henkel

**Distribuidor:** Conjunto Lar

**Número de lote:** 190754

**Aplicaciones:** El alcohol cetílico se emplea como emoliente y factor de consistencia para la fabricación de cremas, ungüentos y emulsiones del tipo o/w y w/o debido a que mejora considerablemente la textura de la piel.

**Almacenamiento:** Debe almacenarse en un lugar fresco y seco, dentro de su envase original

**Control de calidad:**

Característica	Especificaciones	Resultados
Aspecto	Escamas blanca	OK
C12	0.0-2.0%	0.43
C14	0.0-5.0%	0.29
C16	95.0-0.0%	98.54
C18	0.0-5.0%	0.53
C10	0.0-0.5%	0.0
II	0.0-0.3 CTG/G	0.26
IS	0.0-0.2	0.20

### 16. Lanolina

**Proveedor:** Cedrosa

**Número de lote:** 876

**Aplicaciones:** Se utiliza como base para ungüentos. Retiene la humedad formando una capa en la piel.

**Control de calidad:**

Característica	Especificaciones	Resultados
Aspecto	Sólido ceroso	Cumple
Color	amarillo	Cumple
Color Gardner	Máximo 9	8-9
Olor	característico	Cumple
Acidez	1.0 mg KOH/g max	0.35 mg

Índice de yodo	18-36 g/100g	28
Punto de fusión	36-44°C	40°C
Sustancias volátiles	Máximo 0.5%	0.18
Absorción de agua	Mínimo 200%	250
Alcalis libres	USP	Cumple
Cloruros	USP	Cumple
Amoniaco	USP	Cumple
Oxidables solubles en agua	USP	Cumple
Parafinas	USP	Cumple
Cenizas	0.1	0.04%
Alcalinidad	USP	Cumple
Pesticidas	Máximo 40 mg/kg.	Cumple

### 17. Metilparabeno

**Proveedor:** Cedrosa

**Nombre químico:** Metil-p-hidroxibenzoato

**Número de lote:** M878-99

**Aplicaciones:** Conservador de comidas, bebidas y cosméticos.

**Control de calidad:**

Característica	Especificaciones	Resultados
Aspecto	Polvo fino	OK
Color	Blanco	OK
Identificación	Espectro IR	OK
Solubilidad	Alcohol, éter, agua	OK
Acidez	20 m/Máx 0.2 ml de NaOH 0.1N	20ml/0.10ml
Punto de fusión	125-128°C	125°C
Pérdida al secado	0.5% max	0.07%
Residuo de ignición	0.05% max	0.03%
Valoración	99.0-100.5%	99.35%

### 18. Propilparabeno

**Proveedor:** Cedrosa

**Nombre químico:** Propil-p-hidroxibenzoato

**Número de lote:** M878-99

**Aplicaciones:** Contribución farmacéutica como antifúngico. Conservador de alimentos.

**Control de calidad:**

Característica	Especificaciones	Resultados
Aspecto	Polvo fino	OK
Color	Blanco	OK
Identificación	Espectro IR	OK
Solubilidad	Alcohol. éter. agua	OK
Acidez	20 m/Máx 0.2 ml de NaOH 0.1N	20ml/0.05ml
Punto de fusión	95-98°C	97.5°C
Pérdida al secado	0.5% max	0.02%
Residuo de ignición	0.5% max	0.015%
Valoración	99.0-100.5%	100.1%

Ejemplos de las ordenes de producción para los productos:

**eccosport**

Universidad Nacional Autónoma de México

Tesis Fecha: \_\_\_\_\_  
 Producto: Accondicionador Orden de Producción: \_\_\_\_\_  
 Lote No.: \_\_\_\_\_  
 Cantidad: 500 g

Clave	Lote	Sustancia	% Peso	Cantidad (g)	Función
A-16	718672	Cúina MD	5.0	25.0	Emulsificante Factor consistencia
A-14	190754	Alcohol cetílico	3.6	18.0	
B-22	190842	Dehyquart A	8.0	40.0	Accondicionador
A-10	875	Lanolina	0.8	4.0	Consistencia, Barrera II. Emulsificante
A-17	717861	Emulgain B-1	1.0	5.0	
A-13	M878-99AL	Metilparabeno	0.2	1.0	Conservador
A-12	P309-98AL	Propilparabeno	0.2	1.0	Conservador
S/N	S/N	Agua desionizada	81.0	405.0	Diluyente
B-23	OP-41669S	Base fragancia	0.2	1.0	Fragancia

- Procedimiento de fabricación
1. Fundir simultáneamente el emulgain, cutina, alcohol cetílico y la lanolina
  2. Disolver los parabenos en esta mezcla fundida
  3. Disolver el dehyquart en agua y agregar esta mezcla a la anterior Cuidando que se encuentren a la misma temperatura.
  4. Agitar hasta formar la emulsión

Resultados:

-----  
 -----  
 -----

Realizó: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**eccosport**

Universidad Nacional Autónoma de México

Tesis Fecha: \_\_\_\_\_ Producto: Shampoo \_\_\_\_\_ Orden de Producción: \_\_\_\_\_

Lote No.: \_\_\_\_\_

Cantidad: \_\_\_\_\_ 500 g \_\_\_\_\_

Clave	Lote	Sustancia	% Peso	Cantidad (g)	Función
B-25	722223	Texapon N-5	10	50.00	Tensoactivo secundario
B-24	716695	Plantarem APB	22	110.00	Viscosante
B-21	721528	Dehyton KB	3	15.00	Tensoactivo primario
A-4	210899-AC1	Ac. cítrico	0.2	1.00	buffer
A-13	M878-99AL	Metilparabeno	0.2	1.0	Conservador
A-12	P309-98AL	Propilparabeno	0.2	1.0	Conservador
S/N	S/N	Agua desionizada	81.0	318.5	Diluyente
B-23	OP-11669S	Base fragancia	0.7	3.5	Fragancia

Procedimiento de fabricación

1. Disolver los parabenos a 30°C en el texapon y con el dehyton

2. Disolver el ácido cítrico en el agua junto con el plantarem. Calentar para una disolución total.

3. Incorporar la solución anterior a la que

contiene los parabenos. Cuidando que se haga a la misma temperatura.

4. Mezclar hasta uniformidad. Dejar enfriar

5. Agregar la fragancia

Resultados:

---

---

---

---

Realizó: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

eccosport

Universidad Nacional Autónoma de México

Tesis: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_  
Producto: Gel para baño Orden de Producción: \_\_\_\_\_  
Lote No.: \_\_\_\_\_  
Cantidad: 500 g

Clave	Lote	Sustancia	% Peso	Cantidad (g)	Función
B-25	722223	Texapon N-5	25	125.00	Tensoactivo
B-5	719365	Sulfofon 30	7	35.00	Tensoactivo
B-21	721528	Dehyton KB	6	30.00	Tensoactivo
A-4	720976	Comperlane C850	6.5	32.50	viscosante
A-13	M878-99AL	Metilparabeno	0.2	1.00	Conservador
A-12	P209-98AL	Propilparabeno	0.2	1.00	Conservador
S/N	S/N	Agua desionizada	54.4	272.00	Diluyente
B-23	OP-41669S	Base fragancia	0.7	3.50	Fragancia

Procedimiento de fabricación

1. Disolver los parabenos a 30°C en el Comperlane Texapon N-5 y Sulfofon 30, calentando.
2. Disolver en el agua el Dehyton KB y calentar el plantarem. Calentar para una disolución total.
3. Integrar las dos partes cuando estén a la misma Temperatura
4. Retirar del calentamiento y agitar lentamente hasta incorporación total
5. Dejar enfriar y agregar la fragancia

Resultados:

---

---

---

---

Realizó: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

## ANEXO III

A continuación se muestran los resultados detallados de las pruebas de ciclado en la serie de 5°C a 56°C. Así como las características evaluadas.

Tabla 60. Pruebas de ciclado. serie 5°C a 56°C:

Temperatura	Ambiente	5°C	56°C	5°C	56°C	Ambiente
Día:	251099	261099	271099	281099	291099	301099
Hora:	14:15	14:20	14:15	13:30	14:15	11:35
Producto						
<b>Shampoo</b>						
Viscosidad	5	5.5*	2	5	2	5
Apariencia	Normal	Gel semisólido	Agua	Gel sólido	Agua	Gel líquido
Espuma	6	6	6	6	6	6
Color	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
Olor	Coco	Coco	Coco	Coco	Huele poco	Aroma raro
<b>Gel</b>						
Viscosidad	5	6*	2	5	2	5
Apariencia	Normal	Gel sólido	Agua	Agua	Agua	Normal
Espuma	6*	6	6	6	6	6
Color	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
Olor	Coco	Coco	Coco	Huele poco	Huele poco	Casi no huele
<b>Enjuague</b>						
Viscosidad	4	4	4	4	3	5
Aspecto	5	5	4	4	2^	2^
Emulsión	Estable	Estable	Estable	Estable	Regular	No estable
Color	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Olor	Coco	Coco	Coco	Coco	Coco	Coco

Los valores asignados corresponden a los de las escalas correspondientes (Consultar escalas capítulo 6) El término sólido se refiere a que el producto se encontraba completamente congelado y era imposible evaluar sus características. Por último el símbolo (\*) se refiere a que este valor no se encontraba en la escala, sin embargo el valor era superior al que se había considerado. El símbolo (^) se refiere a que aunque no hay grumos, se presentan burbujas y agua.

## ANEXO IV.

Se produjeron 4 lotes de 8 frascos cada uno para hacer las pruebas de aceptación de nuestro cliente. Se tomaron los pesos de las diferentes botellas para observar la variación en el llenado. A continuación se muestran los datos así como el promedio para cada lote

Tabla 61. Peso en gramos de los lotes fabricados para el gel para baño

Botella	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
1	62.90	58.70	58.40	56.60
2	58.10	59.40	57.80	58.20
3	59.00	59.50	58.60	59.50
4	58.90	58.30	57.60	58.10
5	61.10	54.20	60.20	60.10
6	58.00	57.60	58.10	58.70
7	55.90	61.80	57.30	58.70
8	58.40	58.30	58.90	47.70
Promedio	59.04	58.48	58.36	57.20

Tabla 62. Peso en gramos de los lotes fabricados para el enjuague

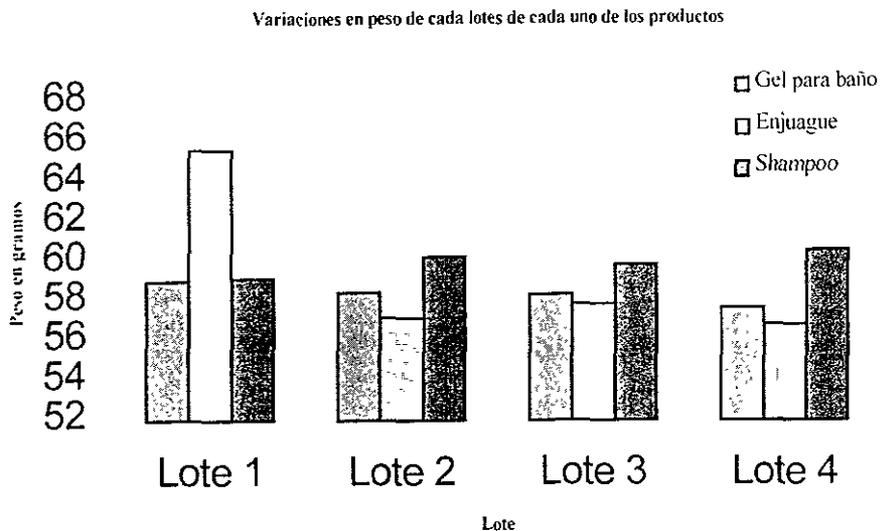
Botella	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
1	63.30	60.40	59.00	60.50
2	66.40	46.60	54.50	56.10
3	64.80	58.70	58.90	59.00
4	67.00	54.20	58.40	60.00
5	65.20	59.80	55.30	46.30
6	67.10	60.00	59.60	57.80
7	64.30	58.80	58.30	55.20
8	66.70	59.00	59.00	59.80
Promedio	65.60	57.19	57.88	56.84

Tabla 63. Peso en gramos de los lotes fabricados para el shampoo

Botella	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
1	61.20	60.30	59.90	61.80
2	61.40	62.80	60.10	62.20
3	61.50	60.10	59.70	61.10
4	62.30	60.10	58.80	62.00
5	60.50	61.20	61.20	60.70
6	60.80	60.40	58.80	60.50
7	59.80	57.90	59.70	62.20
8	45.80	59.10	60.60	53.90
Promedio	59.16	60.24	59.85	60.55

A continuación se muestra una gráfica para observar las variaciones de cada lote para cada uno de los productos.

Gráfica 4. variaciones de peso en los lotes producidos



## ANEXO V

A continuación se muestran los diferentes equipos empleados en las diversas etapas de fabricación de los productos

Etapas	Descripción	Marca	Modelo	Proveedor	Capacidad	Precio en dólares	Precio en pesos
1. Pesado de las materias primas	Balanza Granataria mecánica de precisión triple barra. Barra frontal de 0 a 10 g, graduaciones de 0.1 g. Barra central de 0 a 500 g, graduaciones de 100g, graduaciones de 10 g y freno magnético para evitar las oscilaciones. Placillo plano de acero inoxidable con un diámetro de 15.2 cm incluye dos pesas de 1 kg y una pesa de 500 g	Ohaus	750-SW	La casa de la Báscula, SA de CV	2610x0.1g	\$99.00	\$1,050.00
2. Emulsificación y Mezclado	Mezcladora fabricada con acero inoxidable, con controlador de temperatura mediante una chaqueta de calentamiento electrónica. Cuenta con agitadores de acción sencilla, 50 PSI, 1/3 HP, 60 ciclos, 240 voltios	GROEN	TDB7-20	Union Standard de México, SA de CV	18.9L	\$6,500.00	\$61,750.00
	Parrilla eléctrica con agitador magnético Rango de velocidad: 100-1000 rpm Número de posiciones de agitación: uno Dimensiones del plato superior: 18cm x 18cm Material del plato superior: Cerámica soldada Rango de temperatura de la parrilla: 149-138°C	Cimarec	P-01643-610	Equipar	7.8 kg Capacidad de agitación máxima: 25 lb de grosor	\$366.00	\$3,477.00

Etapas	Descripción	Marca	Modelo	Proveedor	Capacidad	Precio en dólares	Precio en pesos
3. Envasado y Etiquetado	<p>Aparato de dosificación y llenado de operación manual para pequeños lotes de productos de alta viscosidad.</p> <p>Rango de dosificación: 3 a 100 ml.</p> <p>Rango de exactitud: 61%.</p> <p>Las partes en contacto con el producto están hechas en acero inoxidable de alto grado (V4 A, 1.4435, APS 326) o con Teflon®.</p> <p>Accesorio adicional: Béquila para cremas y ungüento.</p>	GRISON A	MA	Chemical Pharmaceutical Industry co. Inc	1000 llenados lit	\$4,250.00	\$40,375.00
4 Control de calidad	<p>pHmetro. Este medidor portátil de pH es un instrumento muy versátil ya que tiene una exactitud de 65 mV. Su celda de platino es ideal para medir oxidaciones y reducciones, así como rango de pH de 1 a 14 para las mediciones más comunes en el laboratorio a pequeña escala. Además de utilizar 3 baterías de 1.5 voltios lo que lo hace muy manejable.</p> <p>Rango de mV: -50 a 1050 mV</p> <p>Resolución mV: 5 mV</p> <p>Exactitud mV: ± 5 mV</p> <p>Desplegado: Lectura digital de 3 dígitos</p>	Coleparmer® ORP/est Tm	EW-59001-00	Equipar	1.0-15.0	\$ 120.00	\$1,140.00
	<p>Viscosímetro rotacional de bajo rango 120 VAC. Viscosímetro con un rango de viscosidad entre 10 y 900,000 cps para fluidos de baja viscosidad. De 40 a 7,200,000 cps para fluidos de media viscosidad y de 300 a 9,000,000 cps para fluidos de alta viscosidad. El viscosímetro de aguja con una amplia capacidad de combinarse con la velocidad del equipo para medir diferentes rangos de viscosidad.</p>	Coleparmer®	I W-98936-00	Equipar	10-900,000 cps	\$2,140.00	\$20,330.00

Etapa	Descripción	Marca	Modelo	Proveedor	Capacidad	Precio en dólares	Precio en pesos	
1. Pesado de las materias primas	Propipeta	Cole-Parmer	P-06221-04	Equipar	25 ml.	\$ 30.00	\$ 304.00	
	Probeta	Pyrex	P-43536-06	Equipar	1000 mL	\$ 45.00	\$ 427.50	
	Pipeta	Pyrex	P-24566-25	Equipar	500 mL	\$ 35.50	\$ 337.25	
		Cole-Parmer	P-13001-10	Equipar	10 mL	\$ 0.50	\$ 4.75	
	Botes plásticos	Cole-Parmer	P-06046-10	Equipar	50 mL	\$ 2.19	\$ 20.81	
		Cole-Parmer	P-06050-90	Equipar	5000 mL	\$ 5.88	\$ 55.81	
	Piscina	Cole-Parmer	P-34502-15	Equipar	10 000 mL	\$ 11.25	\$ 106.88	
	2. Emulsificación y mezclado	Vaso precipitado	Pyrex	P-34502-14	Equipar	1000 mL	\$ 1.19	\$ 11.28
				P-34502-13	Equipar	4000 mL	\$ 51.50	\$ 489.25
				P-34502-11	Equipar	3000 mL	\$ 31.50	\$ 299.25
Barras magnéticas			P-04768-50	Equipar	2000 mL	\$ 18.38	\$ 174.56	
			P-04768-60	Equipar	1000 mL	\$ 9.33	\$ 88.64	
3. Vasos y etiquetas		Cole-Parmer	P-09964-00	Equipar	500-1000 mL	\$ 11.75	\$ 111.63	
	Marcador indeleble	Cole-Parmer	P-62204-00	Equipar	2000-5000 mL	\$ 17.75	\$ 168.63	
	Etiquetas	Cole-Parmer		Equipar	-	\$ 1.78	\$ 16.86	
Costo total de equipo y material						\$ 42.50	\$ 403.75	
						\$ 13,792.98	\$ 131,142.83	

## ANEXO VI

De acuerdo al método de Yates, para encontrar los efectos de los niveles sobre los factores de la formulación, se partirá de la suma de las respuestas para posteriormente construir la siguiente tabla:

Factor	Resp.1	Resp.2	$\Sigma$ Resp.	1	2	Efecto	SC	Coef

Donde:

**Factor** se refiere al factor que se esta evaluando

**Resp. 1 y Resp.2** son los valores de las respuestas obtenidas en cada experimento

**$\Sigma$ Resp.** Es la suma de las respuestas obtenidas

**1 y 2** corresponden a la suma y resta en parejas de los valores de la columna anterior.

**Efecto:** es igual a  $Col2/k*2^{n-1}$ , la columna 2 se refiere a la columna con el número 2 dividida entre el número de repeticiones (k) multiplicada por 2 elevado a la potencia n, donde n es el número de niveles evaluados.

**SC:** Suma de cuadrados, es igual a  $(Col2)^2/k*2^n$ , nuevamente se refiere a la columna señalada con un número 2, k es el número de repeticiones del experimento y n es el número de niveles evaluados.

**SCtotales** =  $\Sigma(Xi - Promedio)^2$ , es decir la suma de las diferencias de cada respuesta obtenida menos el promedio de las mismas

**SCresiduales** = SCtotales - SCA - SCB - SCAB

**Coef:** Coeficiente es igual a la división del Efecto/No. Niveles.

Posteriormente se construye una tabla ANOVA (análisis de varianza) para analizar estadísticamente la significancia de los efectos producidos por los niveles evaluados en los distintos factores.

Factor	SC	gl	SCM	F
A				
B				
AB				
Residual				
Total				

Donde:

**Factor** es el factor que se esta evaluando en la formulación

**SC:** es la suma de cuadrados que se obtiene de la misma manera que en la tabla anterior.

**g.l.:** son los grados de libertad para cada factor . incluyen también los grados de libertad residuales y los totales que se calculan de la siguiente manera:

**g.l. = n-1**, donde n es el número de niveles evaluados.

g.l. residual =  $(\Sigma A + \Sigma B + \Sigma AB) - 1$ , donde  $\Sigma A$ ,  $\Sigma B$  y  $\Sigma AB$  son las sumas de los grados de libertad de cada uno de los factores

$$g.l. \text{ totales} = (\Sigma \text{observaciones totales}) - 1$$

**SCM**: es la suma de cuadrados medios. se obtiene de la división entre la suma de cuadrados (SC) y los grados de libertad correspondientes:

$$SCM = SC / gl$$

**F**: es la función F calculada a partir de la división de la suma de cuadrados medios entre la suma de cuadrados residuales ó la suma de cuadrados totales.

$$F = SCM / SC \text{ totales } \text{ ó }$$

$$F = SCM / SC \text{ residuales}$$

### Gel para baño

Posteriormente, para cada variable de respuesta evaluada a cada producto, se describió una ecuación que describía el modelo y se obtuvo de la siguiente manera:

Tabla 64. Método Yates para encontrar los coeficientes para la viscosidad en el gel de baño:

Factor	Resp.1	Resp.2	$\Sigma$ Resp.	1	2	Efecto	SC	Coef
-	4	4	8	12	24	6	72	3
A	2	2	4	12	4	1	2	0.5
B	1	1	2	-4	0	0	0	0
AB	5	5	10	8	12	3	18	1.5

Y de acuerdo a la información mencionada anteriormente, la ecuación que describe este modelo es:

$$Y = 3 + 0.5A - 0.0B + 1.5AB$$

Adicionalmente se construyó una tabla ANOVA para viscosidad en el gel de baño y tenemos:

Tabla 65. Tabla ANOVA para el análisis de la viscosidad del gel para baño

Factor	SC	g.l.	SCM	F
A	2	1	2	0.7
B	0	1	0	0.0
AB	18	1	18	6.3
Residual	0	4	0	0
Total	20	7	2.857	

Cabe señalar que la manera en la que se obtuvieron estos valores se describió anteriormente.

Respecto a la segunda variable de respuesta: calidad de la espuma producida por el gel para baño, al analizar los resultados por el método de Yates se encontró la siguiente información respecto a los valores de los coeficientes y efectos:

Tabla 66. Metodo de Yates para encontrar los coeficientes para la espuma en el gel para baño

Factor	Resp. 1	Resp. 2	$\Sigma$ Resp	1	2	Efecto	SC	Coef
.	6	6	12	23.5	45.5	11.375	258.78	5.69
A	6	5.5	11.5	2.2	1.5	0.375	0.28	0.19
B	5	5	10	-0.5	-1.5	-0.375	0.28	-0.19
AB	6	6	12	2.0	2.5	0.625	0.78	0.31

Y de acuerdo a la información anterior, la ecuación que describe este modelo es la siguiente:

$$Y = 5.69 + 0.19A - 0.19B + 0.31AB$$

Analizando ahora la tabla ANOVA para la espuma producida en el gel de baño, tenemos:

Tabla 67. Tabla ANOVA para el análisis de la espuma del gel para baño

Factor	SC	g.l.	SCM	F
A	0.281	1	0.28	1.34
B	0.281	1	0.28	1.34
AB	0.781	1	0.78	3.72
Residual		4	0.0	-
Total	1.469	7	0.21	-

## Shampoo

Como ya se mencionó en el capítulo 8, apartado 8.3.2, al realizar el diseño de experimentos se presentaron problemas de reproducibilidad, por lo que se realizaron dos repeticiones de un punto, y con ello el diseño de experimentos fue modificado ya que en lugar de manejar los resultados como las sumas de respuestas, en particular para este caso se manejó como el resultado del promedio obtenido de las respuestas. De esta manera, al analizar los resultados mediante el método de Yates se encontró lo siguiente:

Tabla 68. Método Yates para encontrar los coeficientes para la viscosidad en el shampoo.

Factor	Resp.1	Resp2	Resp3	Resp4	$\Sigma$ Resp	1	2	Efecto	SC	Coef.
1	1	1	0	0	2	8	32	8	128	4
A	3	3	0	0	6	24	0	0	0	0
B	4	2	4	4	14	4	16	2	0.25	1
AB	5	5	0	0	10	-4	-8	-2	-0.25	-1

Es necesario indicar que para este caso en particular,  $n=2$  (numero de factores) y  $K=2$  (Numero de observaciones) para las formulaciones 1, A y AB: mientras que para la formulación B los valores de  $n$  y  $k$  se vieron afectados por la incorporación de una pareja de observaciones, de tal manera que en el caso de esta formulación  $n=2$  y  $K=4$ . Dichas consideraciones se tomaron en cuenta al realizar los cálculos pertinentes y la tabla ANOVA.

De tal manera que la ecuación que describe este modelo es:

$$Y = 3.2 + 0.0 A + 1.0 B - 1.0 AB$$

Al analizar la tabla ANOVA para la viscosidad obtenida en el shampoo tenemos:

Tabla 69. Tabla ANOVA para la viscosidad en el shampoo

Factor	SC	g.l	SCM	F
A	0.0	1	0	0
B	0.25	1	-0.25	0.113
AB	-0.25	1	-0.25	-0.113
Residual	19.92	6	3.32	
Total	19.92	9	2.21	

Cabe señalar que en este caso, el valor de F, se obtuvo como el resultado del cociente  $SCM/SC_{\text{totales}}$  y no como el cociente de  $SCM/SC_{\text{res}}$ , manejado en los casos anteriores.

Respecto a la segunda variable de respuesta: espuma producida por el shampoo se siguió el mismo tratamiento de los resultados, considerando que dado el problema de reproducibilidad que se presentó se manejaron un par de datos más y se trabajaron como promedios y no como suma de respuestas. A continuación se muestran los valores de los coeficientes y efectos encontrados a partir de los resultados obtenidos:

Tabla 70. Método Yates para encontrar los coeficientes para la espuma del shampoo

Factor	Resp1	Resp2	Resp3	Resp4	$\Sigma$ Resp	1	2	Efecto	SC	Coef
I	4.5	4.0	0.0	0.0	8.5	21.5	60	15	450	7.5
A	6.5	6.5	6.5	6.5	13.0	38.5	-10	-2.5	12.5	-1.25
B	6.5	7.0	0.0	0.0	26.5	4.5	17	2.125	18.1	1.06
AB	6.0	6.0	0.0	0.0	12	-14.5	-19	-4.75	-45.12	-2.375

Es necesario indicar que para este caso en particular,  $n=2$  (numero de factores) y  $K=2$  (Numero de observaciones) para las formulaciones I, A y AB; mientras que para la formulación B los valores de  $n$  y  $k$  se vieron afectados por la incorporación de una pareja de observaciones, de tal manera que en el caso de esta formulación  $n=2$  y  $K=4$ . Dichas consideraciones se tomaron en cuenta al realizar los cálculos pertinentes y la tabla ANOVA.

De tal manera que la ecuación que describe este modelo es:

$$Y = 6 - 1.25 A + 1.06 B - 2.375 AB$$

Al construir una tabla ANOVA se encuentra lo siguiente:

Tabla 71. Tabla ANOVA para la espuma obtenida en el shampoo

ANOVA	SC	g.l.	SCM	F
A	12.5	1	12.5	13.3
B	18.1	1	18.1	19.3
AB	-45.12	1	-45.12	-48
Residual	23.02	6	3.84	
Total	8.5	9	0.94	

Cabe señalar que en este caso, el valor de F, se obtuvo como el resultado del cociente  $SCM/SC_{\text{totales}}$  y no como el cociente de  $SCM/SC_{\text{res}}$ , manejado en los casos anteriores.

### Acondicionador

Respecto al enjuague, se manejaron los resultados de acuerdo al método de Yates para encontrar los valores de los coeficientes y efectos obtenidos a partir de los resultados mostrados en el Capítulo 8 en la sección 8.4.2. a continuación se muestra una tabla en la que se concentran dichos valores:

Tabla 72. Método de Yates para encontrar los coeficientes de los factores para la viscosidad en el acondicionador

Factor	Resp1	Resp2	$\Sigma$ Resp	1	2	Efecto	SC	Coef
1	2	2	4	10	2	5	50	2.5
A	3	3	6	10	20	-2	8	-1
B	5	5	10	2	-8	0	0	0
AB	4	4	8	-10	-12	-3	18	-1.5

De tal manera que la ecuación que describe este modelo es:

$$Y = 3.5 - 1.0 A + 0.0 B - 1.5 AB$$

Analizando ahora la tabla ANOVA para viscosidad en el gel de baño tenemos que :

Tabla 73. Tabla ANOVA para el análisis de la viscosidad del enjuague.

factor	SC	g.l	SCM	F
A	0.000	1	0.00	0.00
B	8.000	1	8.00	5.60
AB	2.000	1	2.00	1.40
Residual		4	0.00	0.00
Total	10.000	7	1.43	

En cuanto a la segunda variable de respuestas : el aspecto de la emulsión se encontró lo siguiente:

Tabla 74. Método de Yates para encontrar los coeficientes para el aspecto en el acondicionador

Factor	Resp1	Resp2	$\Sigma$ Resp	1	2	Efecto	SC	Coef
1	3	3	6	14	30	7.50	112.50	3.75
A	4	4	8	16	2	0.50	0.50	0.25
B	4	4	8	2	2	0.50	0.50	0.25
AB	4	4	8	0	-2	-0.50	0.50	-0.25

De tal manera que la ecuación que describe este modelo es:

$$Y = 3.75 + 0.25A - 0.25B - 0.25AB$$

Analizando ahora la tabla ANOVA para el aspecto del acondicionador tenemos que .

Tabla 75. Tabla ANOVA para el análisis del aspecto del acondicionador

Factor	SC	g.l	SCM	F
A	0.500	1	0.50	2.33
B	0.500	1	0.50	2.33
AB	0.500	1	0.50	2.33
Residual		4	0.00	0.00
Total	1.500	7	0.21	

## ANEXO VII

Tabla 76. Materias primas y precios de las mismas

Materia prima	Precio / kg
Agua desionizada	\$ 0.95
EDTA	\$ 32.40
Carbopol Ultrez10	\$ 179.17
Propilenglicol	\$ 18.90
Glicerina	\$ 13.00
Metilparabeno	\$ 180.32
Aceite Mineral	\$ 9.70
Acido esteárico	\$ 13.20
Glicol estearato	\$ 47.41
Alcohol cetílico	\$ 23.15
Cutina MD	\$ 28.50
Lanolina	\$ 66.70
Trietanolamina	\$ 24.04
Fragancia	\$ 126.00
Octilmetoxicinamato	\$ 327.75
Octilsalicilato	\$ 240.35
Benzofnona	\$ 349.60
Eumulgin	\$ 24.45
Propilparabeno	\$ 190.16
Ac. Citronela	\$ 181.00
Ac. Eucalipto	\$ 170.00
Ac. Lemon grass	\$ 515.00
Ac. Canela china	\$ 296.00
Ac. Cedro palo	\$ 460.00
Texapon N-5	\$ 6.60
Plantarem APB	\$ 21.30
Dehyton KB	\$ 13.20
Acido citrico	\$ 18.70
Sulfopon 30	\$ 9.60
Comperlan C-850	\$ 16.20
Dehyquart A	\$ 19.80
Envase (una unidad)	\$ 2.87

Tabla 77. Determinación del costo unitario del gel para baño

Ingrediente	%	Cantidad g	Cantidad del lote (g)		Precio unitario	100000 Merma 96000	4 %
			Cantidad real	Precio / kg			
Agua desionizada		54.4	54400	\$	0.95	\$	51.5368
Texapon N-5		25	25000	\$	6.60	\$	165.0000
Sulfopon 30		7	7000	\$	8.60	\$	67.2000
Denyton KB		6	6000	\$	13.20	\$	79.2000
Comperlan C-850		6.5	6500	\$	16.20	\$	105.3000
Metilparabeno		0.2	200	\$	180.32	\$	36.0640
Propilparabeno		0.2	200	\$	190.16	\$	38.0320
Base Coco		0.7	700	\$	126.00	\$	88.2000
			<b>Costo unitario</b>	<b>Numero de unidades</b>	<b>Costo por lote</b>		
Envase	60 mL		2.87		1600	\$	4,592.000
Producto a granel						\$	630.53
<b>Producto terminado</b>	<b>60 mL</b>		<b>\$</b>	<b>3.26</b>	<b>1.600</b>	<b>\$</b>	<b>5,222.53</b>

Tabla 78 Determinación del costo unitario del acondicionador  
 Costo unitario del acondicionador

Ingrediente	%	Cantidad g	Cantidad del lote (g)		Precio unitario	100000 Merma 96000 4 %
			Cantidad real	Precio / kg		
Agua desionizada	80.9	80900	\$	0.95	\$	76.6421
Cutina MD	5	5000	\$	28.50	\$	142.5000
Alcohol cetílico	3.6	3600	\$	23.15	\$	83.3400
Denyquart A	8	8000	\$	19.80	\$	158.4000
Lanolina	0.8	800	\$	66.70	\$	53.3600
Eumulgin	1	1000	\$	24.45	\$	24.4500
Metilparabeno	0.2	200	\$	180.32	\$	36.0640
Propilparabeno	0.2	200	\$	190.16	\$	38.0320
Base Coco	0.3	300	\$	126.00	\$	37.8000
			<b>Costo unitario</b>	<b>Numero de unidades</b>	<b>Costo por lote</b>	
Envase			2.87	1600	\$	4,592.000
Producto a granel					\$	650.59
<b>Producto terminado</b>			\$	1,600	\$	5,242.59
			3.28			



Tabla 80. Determinación del precio unitario del bloqueador solar.

Costo unitario del bloqueador		Cantidad del lote (g)		100000 Merma	4 %
Ingrediente	%	Cantidad g	Precio / kg	Precio unitario	
Agua desionizada	71.0	71000.0	\$	0.95	\$ 67.2632
EDTA	0.1	100.0	\$	32.40	\$ 3.2400
Carbopol Ultrez10	0.1	100.0	\$	206.05	\$ 20.6046
Ociltimetoxicinamato	7.0	7000.0	\$	327.75	\$ 2,294.2500
Ocilsalicilato	3.0	3000.0	\$	240.35	\$ 721.0500
Benzofenona	2.0	2000.0	\$	349.60	\$ 699.2000
Cutina MD	0.3	300.0	\$	28.50	\$ 8.5500
Propilenglicol	0.8	810.0	\$	18.90	\$ 15.3090
Eumulgin	2.0	2000.0	\$	24.45	\$ 48.9000
Metilparabeno	0.2	200.0	\$	180.32	\$ 36.0640
Propilparabeno	0.1	100.0	\$	190.16	\$ 19.0160
Aceite Mineral	4.0	4040.0	\$	9.70	\$ 39.1880
Acido esteárico	2.0	2020.0	\$	13.20	\$ 26.6640
Glicol estearato	1.2	1200.0	\$	60.00	\$ 72.0000
Alcohol cetílico	0.2	200.0	\$	23.15	\$ 4.6300
Trietanolamina	0.5	510.0	\$	24.04	\$ 12.2579
Base Coco	0.4	400.0	\$	126.00	\$ 50.4000
Ac. Citronela	1.0	1000.0	\$	181.00	\$ 181.0000
Ac. Eucalipto	1.0	1000.0	\$	170.00	\$ 170.0000
Ac. Lemon grass	1.0	1000.0	\$	515.00	\$ 515.0000
Ac. Canela china	1.0	1000.0	\$	296.00	\$ 296.0000
Ac. Cedro palo	1.0	1000.0	\$	460.00	\$ 460.0000
<b>Contenido por unidad</b>		<b>Costo unitario</b>	<b>Numero de unidades</b>	<b>Costo por lote</b>	
Envase	60 mL	2.87	1600	\$	4,592.000
Producto a granel				\$	5,760.59
<b>Producto terminado</b>	<b>60 mL</b>	<b>\$ 6.47</b>	<b>1,600</b>	<b>\$</b>	<b>10,352.59</b>

Tabla 81. Determinación del precio unitario de la crema humectante

Ingrediente	%	Cantidad g	Cantidad del lote (g)		Costo por lote	100000 Merma 96000	4 %
			Cantidad real	Precio / kg			
Agua desionizada	84.45	84450	\$	0.95	\$	80.0053	
EDTA	0.1	100	\$	32.40	\$	3.2400	
Carbopol Ultrez 10	0.1	100	\$	179.17	\$	17.9170	
Propilenglicol	0.81	810	\$	18.90	\$	15.3090	
Glicerina	5.05	5050	\$	13.00	\$	65.6500	
Metilparabeno	0.2	200	\$	180.32	\$	36.0640	
Propilparabeno	0.1	100	\$	190.16	\$	19.0160	
Aceite Mineral	4.04	4040	\$	9.70	\$	39.1880	
Acido esteárico	2.02	2020	\$	13.20	\$	26.6640	
Glicol estearato	1.52	1520	\$	47.41	\$	72.0700	
Alcohol cetílico	0.2	200	\$	23.15	\$	4.6300	
Cutina MD	0.3	300	\$	28.50	\$	8.5500	
Lanolina	0.5	500	\$	66.70	\$	33.3500	
Trietanolamina	0.51	510	\$	24.04	\$	12.2579	
Base Coco	0.1	100	\$	126.00	\$	12.6000	
			<b>Costo unitario</b>	<b>Numero de unidades</b>		<b>Costo por lote</b>	
Envase	60 mL	2.87		1600	\$	4,592.000	
Producto a granel					\$	446.51	
Producto terminado	60 mL	3.15		1,600	\$	5,038.51	