



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

**“ADAPTACIÓN DE TECNOLOGÍA PARA LA
FABRICACIÓN DE PROTECTORES SOLARES
BIODEGRADABLES CON EXTRACTOS
FRUTALES”**

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL QUE
PRESENTA:

ODALIS DE JESUS OCAMPO RUIZ

Como requisito para acreditar la Residencia Profesional de la
Licenciatura en:

INGENIERIA QUÍMICA

Asesor interno:

ING. ROBERTO DAVID VAZQUEZ SOLIS

Asesor externo:

QFB. JULIO CESAR JACOBO OLVERA

Revisores:

ING. SAMUEL ENCISO SAENZ

ING. WILBERT MORGAN BLANCO CARRILLO

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Enero de 2023



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

**“ADAPTACIÓN DE TECNOLOGÍA PARA LA
FABRICACIÓN DE PROTECTORES SOLARES
BIODEGRADABLES CON EXTRACTOS
FRUTALES”**

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL QUE
PRESENTA:

ODALIS DE JESUS OCAMPO RUIZ

Como requisito para acreditar la Residencia Profesional de la
Licenciatura en:

INGENIERIA QUÍMICA

Asesor interno:

ING. ROBERTO DAVID VAZQUEZ SOLIS

Asesor externo:

QFB. JULIO CESAR JACOBO OLVERA

Revisores:

ING. SAMUEL ENCISO SAENZ

ING. WILBERT MORGAN BLANCO CARRILLO

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Enero de 2023

Agradecimiento

A Dios y a mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

RESUMEN:

El trabajo de investigación se centrará en adecuar la tecnología que permita pasar de un protector solar normal a un protector solar biodegradable, esto con la finalidad de que se pueda evitar la contaminación del medio ambiente siendo estos amigables con la naturaleza, además de no solo proteger tu piel sino también evitar intoxicaciones o reacciones en la piel por su composición. Se describen los ingredientes más comunes usados en la industria cosmética y farmacéutica para la elaboración de protectores solares, así como sus derivados. Se revisan los usos de algunos componentes orgánicos y su efectividad para la protección de la piel humana según la literatura vigente. El estudio demostrará como se pueden realizar protectores solares biodegradables que permitan ser menos tóxicos y que estén hechos a base de componentes no derivados del petróleo (como es el caso de los Octiles); además de su viabilidad para su posterior venta en el mercado.

Palabras clave:

Protector solar; cosmética; biodegradable; orgánico; octiles.

ABSTRACT:

The research work will focus on adapting the technology that allows you to go from a normal sunscreen to a biodegradable sunscreen, this in order that they can not only protect your skin but also avoid intoxications or skin reactions due to its composition, in addition to avoid contamination of the environment being friendly with nature. The most common ingredients used in the cosmetic and pharmaceutical industry for the preparation of sunscreens, as well as their derivatives, are described. The uses of some organic components and their effectiveness for the protection of human skin according to current literature are reviewed. The study will demonstrate how biodegradable sunscreens can be made that allow them to be less toxic and that are made from components not derived from petroleum (as is the case with Octiles); in addition to its viability for its subsequent sale in the market.

Keywords:

Sunscreen; cosmetics; biodegradable; organic; octiles.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	9
PROBLEMA A RESOLVER.....	10
OBJETO MOTIVO DE ESTUDIO.....	11
JUSTIFICACIÓN	11
ESTADO DEL ARTE.....	13
CAPITULO 1	16
SITUACIÓN ACTUAL	16
CAPITULO 2	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1 Antecedentes de uso de protectores solares a base de distintos compuestos	18
2.1.1 Origen de los protectores solares	18
2.1.2 Tipos de compuestos en protectores solares	19
2.1.3 Productos orgánicos y su capacidad protectora.....	22
2.2 Antecedentes de impacto causado por los protectores solares.....	23
2.2.1 Factores problemáticos respecto al uso de protectores solares	23
2.2.2 Impacto de daños en la población local.....	25
2.2.3 Impacto de los protectores solares en la flora y fauna marina	25
2.2.4 Organismos acuáticos.....	27
2.3 Aplicaciones de óxido de zinc y dióxido de titanio en la industria	27
2.3.1 Aplicación en la industria metalúrgica.....	27
2.3.2 Aplicación en la industria farmacéutica	28
2.3.3 Aplicación en la industria cosmética.....	28
2.3.4 Aplicación en la industria del caucho	30
2.4 La piel	31
2.4.1 Epidermis	31
2.4.2 Dermis.....	32
2.4.3 Hipodermis	32
2.5 Radiación ultravioleta	33
2.5.1 Rayos UV	34

2.5.2 Índice UV solar mundial	35
2.6 Protección solar	36
2.6.1 FPS	36
2.6.2 Clasificación de Fototipos.....	36
2.7 Materia prima	37
2.7.1 Propiedades de insumos principales del producto	37
2.7.2 Propiedades de insumos secundarios del producto	38
2.8 Esquema de las transformaciones de los protectores solares.....	45
CAPITULO 3	46
3.1 Objetivo del proyecto.....	46
3.2 Hipótesis	46
3.3 Materiales y métodos.....	47
3.3.1 Ubicación geográfica	47
3.3.2 Plano del arreglo general de la planta.....	48
3.3.3 Lugar de desarrollo del experimento.....	49
3.4 Programa de trabajo.....	51
3.4.1 Explicación del programa de trabajo	52
3.5 Métodos.....	54
3.5.1 Diagrama de flujo general	56
3.6 Procedimiento	57
3.7 Diagrama de flujo de la formulación	58
CAPITULO 4	59
NORMAS	59
4.1 NOM-141-SSA1/SCFI-2012.	59
4.1.1 NOM-259-SSA1-2022.....	60
4.1.2 Regulaciones.....	61
4.1.3 Restricciones.....	62
CAPITULO 5	68
DISEÑO DEL PROCESO	68
5.1 Formulación	68
5.2 Elaboración del prototipo	70
5.3 Métodos para determinar la calidad del protector solar.....	81
5.3.1 Pruebas cualitativas	81

5.3.2 Incubadora	84
5.4 Diagrama de proceso.....	85
5.4.1 Balance por componentes y comprobación	86
5.5 Técnica utilizada	88
CONCLUSIONES.....	89
COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS	91
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	92
ANEXO A.....	94

INTRODUCCIÓN

Desde principios de los años setenta, se detectó un incremento de la incidencia de cáncer en la piel en todo el mundo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año en el planeta se producen 132 mil casos de melanoma maligno (el cáncer de piel más dañino que existe) y mueren aproximadamente 66 mil personas por esta razón.

La exposición a las radiaciones solares en pequeñas cantidades es recomendable, porque ayuda a tener mejor ánimo, vitalidad e interviene en la producción de vitamina D en el organismo, sustancia que evita el raquitismo y la osteoporosis. Pero en cantidades excesivas y prolongada exposición al sol, produce efectos agudos en la piel como quemaduras, envejecimiento prematuro y padecimientos crónicos como cáncer de piel y cataratas en los ojos. Estos daños son causados por los rayos ultravioleta (UV) a los cuales estamos inevitablemente expuestos todos los días. La radiación UV que alcanza la superficie terrestre se compone en su mayor parte de rayos UVA, con una parte de rayos UVB, estos últimos son absorbidos en casi 90% por la capa de ozono.

En la actualidad, los rayos solares son más intensos porque, a medida que la capa de ozono se adelgaza aumenta la cantidad de radiaciones ultravioletas que llegan a la superficie terrestre y, mientras más alta es la intensidad de la radiación, mayor es la probabilidad de lesiones cutáneas.

De esta manera, la propuesta de un producto de protección solar biodegradable que puedan no solo proteger la piel del sol, si no también evitar intoxicaciones en la piel por consecuencia de su composición (ya que se suelen usar productos químicos que derivan del petróleo).

De esta manera el objetivo principal de este proyecto ha sido partir de una formulación de un bloqueador solar normal para adecuar la tecnología y convertirlo en biodegradable; añadiendo así extractos frutales que le darán la parte antioxidante y mejores beneficios.

El desarrollo del proyecto comprenderá, los procesos que tendrá la planta no solo para la producción sino también para certificar la calidad de los insumos y el producto final. Se realizarán todos los estudios correspondientes para ver si logra ser estable, realizando sus correspondientes pruebas fisicoquímicas.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Seasons Love Your Skin es una compañía 100% mexicana, especializada en alta cosmética natural que impulsa el movimiento de la belleza natural de la piel latina.

Se destaca por ser la única línea de productos cosméticos veganos y libres de crueldad animal, además de ayudar a proteger el medio ambiente con ingredientes naturales y libres de tóxicos abrasivos.

Además, ofrece tratamientos naturales especializados en texturas de diversidad de pieles con productos libres de sensación grasosa, cosméticos libres de tóxicos y abrasivos que dañarán gravemente tu piel con el paso del tiempo. Cuenta con ingredientes que están validados por la ECOCERT.

Razón social: SNS COSMETICOS NATURALES S.A. de C.V.

Ubicación: Prolongación Pino Suárez, Colonia El Vigía #1874-A, Zapopan, Jalisco.

Número de teléfono: 33 3364 9610

Página web: <https://seasonsmexico.com/>

PROBLEMA A RESOLVER

El problema principal recae en el alto consumo de protectores solares que contienen químicos que afectan a la vida humana, provocando enfermedades bastante serias como el cáncer, así como al medio ambiente y a ecosistemas marinos, dañando de manera irremediable los corales que son hogares de muchas especies marinas.

En los últimos años se ha incrementado la información sobre impactos de sustancias liberadas en los océanos, lo que ha alimentado un debate alrededor del daño que los filtros solares causan a los ecosistemas marinos, aún en bajas concentraciones.

Prueba de ello es que en mayo del 2018 Hawái aprobó un proyecto de ley que prohíbe la venta de filtros solares que contienen sustancias químicas que dañan los arrecifes de coral, como la oxibenzona y el octinoxato. Se estima que 14 mil toneladas de protector solar son recibidas por los arrecifes de coral en el mundo cada año.

La creciente conciencia de los riesgos asociados con la exposición de la piel a la radiación ultravioleta (UVA y UVB) en las últimas décadas, ha llevado a un mayor uso de protectores solares, lo que lleva a la introducción de nuevos compuestos químicos en el ambiente marino. Una vez en el mar, estos contaminantes pueden ser muy nocivos para la flora y la fauna. Numerosos estudios ya han constatado la presencia de filtros UV en diferentes niveles de la cadena trófica: algas, moluscos, peces o mamíferos.

Los problemas más frecuentes que pueden causar en los animales están relacionados con su capacidad para reproducirse. Pueden actuar como disruptores endocrinos, es decir, interferir en el equilibrio hormonal natural. Todo esto, a la larga, va a influir en la pérdida de biodiversidad.

OBJETO MOTIVO DE ESTUDIO

Adecuar la tecnología para producir un protector solar biodegradable a partir de una fórmula base cuyo uso se permita principalmente en ríos, cenotes y mares, evitando la contaminación de la flora y fauna acuática.

JUSTIFICACIÓN

Cada año, 25 000 toneladas de protector solar llegan a los océanos, según afirma la organización medioambiental Green Cross. Los protectores solares, incluyen compuestos basados en filtros solares para bloquear los rayos perjudiciales del sol. Estos compuestos químicos también son utilizados en muchos de los materiales que usamos como los plásticos, para evitar su degradación ante la radiación solar.

La acumulación de algunas de estas sustancias en los ecosistemas marinos y de agua dulce, como la oxibenzona y el octilmetoxicinamato, causa alteraciones en el medio y puede llegar a ocasionar trastornos hormonales y reproductivos en las especies que habitan en él, como las barreras de coral que se ven especialmente afectadas.¹

De hecho, un estudio publicado en la revista científica Sciences Direct en el año 2020 halló filtros ultravioletas en varios niveles de la cadena alimenticia. Los investigadores alertaron de que, igual que ocurre con los micro plásticos, estas

¹ (Garay, 2020)

sustancias podrían estar en los alimentos que comemos a diario los seres humanos y llegar incluso a nuestro torrente sanguíneo.

Estamos hablando de que el uso de protectores solares hechos a base de derivados del petróleo, en las playas, cenotes o mares, no tienen regulaciones sobre el uso del mismo; es por ello que no existe una preocupación por parte de la población.

Y ante la ausencia de normas que regulen el uso de estos productos, los especialistas sugieren proteger la piel de la radiación ultravioleta usando productos que no contengan compuestos identificados como dañinos para los corales, o barreras físicas como sombreros, gafas o camisas de manga larga.²

Es por ello que se pretende adecuar la fórmula para hacer un protector biodegradable partiendo de una fórmula de base química, modificando los 3 puntos claves de ésta, los **Octiles** (que brinda el papel de filtro solar químico) y cambiándolos por filtros físicos, el **emulsionante** (que va a permitir que se solubilizan las materias primas) cambiándolo por el que se adecue a las materias primas utilizadas, y el **vehículo de activos** (el que dará la textura final del producto); para que pueda tener la estabilidad deseada y que cumpla con factor de protección solar considerable.

² (De la Barrera, 2021)

ESTADO DEL ARTE

Bibliografía	Resumen	Relación con mi proyecto
<p>Hernández, J. (2021). COVID-19 y percepción del medio marino o de cómo una pandemia viral puede acarrear una epidemia de optimismo ambiental (Número 12). <i>OKEANOS: Revista de la sociedad atlántica de Oceanógrafos</i>.</p>	<p>Esta revista en uno de sus apartados trata sobre ¿dónde acaban los protectores solares que se usan en las playas de España?, además explica a cerca de los contaminantes emergentes, los filtros UV y la presencia de ellos en las algas de la playa; también dando posibles soluciones para tratar de remediar esos daños ocasionados.</p>	<p>Esta revista se relaciona con este trabajo ya que abarca la justificación del proyecto, además de incentivar a la población a usar protectores solares que sean más amigables con el ambiente (lo que se busca al realizar este proyecto).</p>
<p>Advertorial, P. (2022). Retos y soluciones para formular protectores solares altamente efectivos con filtros minerales. <i>Perfumería Moderna</i>. https://www.perfumeriamoderna.com/expresion-id/retos-soluciones-formular-protectores-solares-altamente-efectivos-filtros-minerales/</p>	<p>Esta revista tiene un apartado dedicado a los retos que conlleva el realizar los protectores solares a base de filtros minerales, desde como combinar los filtros UV, como evitar el efecto blanco y los beneficios de los filtros minerales.</p>	<p>Dicha revista se relaciona con este trabajo ya que explica que componentes tomar en cuenta para la realización de los protectores solares minerales y que den mayor efectividad.</p>
<p>Fernández, A. (2020). MODELOS DE LIBERACIÓN E INTERACCIÓN DE LOS PROTECTORES SOLARES CON EL MEDIO</p>	<p>Este trabajo analiza el impacto ambiental en el medio marino producido</p>	<p>Este trabajo se relaciona este proyecto ya que</p>

<p>MARINO [Tesis, UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN]</p>	<p>por el uso de los protectores solares. Habla también de la fabricación y diseño de las formulaciones; además, realiza un análisis del modelado del comportamiento de los componentes de los protectores solares en el medio acuático de los principales trabajos científicos publicados en este campo en los últimos 25 años</p>	<p>habla sobre los tipos de componentes que tienen los protectores solares normales y como afectan la vida marina, así también da recomendaciones de cuales si son más amigables con el ambiente.</p>
<p>Montero, A. (2019). El protector solar: ¿UN NUEVO ENEMIGO? <i>Revista de Biología Tropical</i>. https://www.cocosisland.org/publicaciones-faico/el-protector-solar-un-nuevo-enemigo/</p>	<p>Este artículo habla sobre el impacto que hay en los océanos debido al uso de protectores solares hechos con componentes derivados del petróleo, como lo es la oxibenzona y el octil metoxicinamato. Además de promover el uso de protectores solares orgánicos que contribuyan casi nulamente a la contaminación del mundo acuático.</p>	<p>Este artículo se relaciona con este trabajo ya que habla de los componentes que derivan del petróleo y que llegan a las aguas marinas debido al uso de los protectores. Además, habla sobre los beneficios de cambiar a una opción más sustentable que permita tener el</p>

		mismo FPS o cercano y que sea a base de componentes orgánicos.
Ávalos, J. & Ibarra, L. & Ravello, L. & Ríos, V. & Rodríguez, R. (2018). DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PROTECTORES SOLARES A PARTIR DE MATERIALES ORGÁNICOS Y BIODEGRADABLES [Tesis, Universidad de Piura].	Este trabajo habla sobre la innovación de protectores solares biodegradables, los componentes orgánicos más efectivos y su capacidad protectora. Trata también sobre el impacto que tienen los protectores en las diversas capas de la piel, que tan efectivo es el FPS y las tecnologías para su producción.	Este trabajo se relaciona directamente con este proyecto ya que, se centra más en hacer efectivo un protector solar biodegradable (hablando del FPS) en comparación con un protector solar normal, además de dar consecuencias mínimas en la piel producidos por usar químicos derivados del petróleo.

CAPITULO 1

SITUACIÓN ACTUAL

Como bien sabemos, todo aquello que nos ponemos sobre la piel llega a ser absorbido por nuestro cuerpo, llegando a penetrar hasta una cierta capa de la piel y esto va a depender del producto y la concentración que este tenga.

El uso de los protectores solares ha ido en aumento desde hace unas décadas y esto es debido a que las condiciones del cambio climático han ido deteriorando la capa superficial de la tierra permitiendo que los rayos del sol lleguen más fácilmente a nuestra piel; la función principal de los protectores solares es bloquear los rayos perjudiciales del sol, ya que estos incluyen componentes basados en filtros solares o filtros ultravioletas.

Cabe recalcar que, no todos los protectores solares que existen en el mercado son seguros para permitir su uso y esto se debe a la concentración permitida de las materias primas. Tal es el caso de una marca reconocida mundialmente, que está en el ámbito dermatológico retiró del mercado cinco protectores solares en presentación de aerosol, tras llegar a identificar bajos niveles de benceno en algunas muestras; se percataron de este suceso debido a que se realizaron estudios donde se demostró que, al rociar el aerosol sobre la cara, las partículas de los componentes llegaban a inhalarse provocando que estas llegaran hasta los pulmones ocasionando diversas enfermedades.

Existen varios estudios realizados en animales y advierten que, el uso de diversos químicos que están presentes en las mezclas de los protectores solares, tales como la benzofenona (que deriva del alcanfor) entre otros, pueden llegar a afectar diversas funciones tanto metabólicas como inmunológicas.

Algunos de los compuestos químicos que se usan en la fabricación de protectores solares también son utilizados en la fabricación de materiales de uso diario como es el plástico (esto para evitar su degradación ante la radiación solar).

Ahora bien, la acumulación de compuestos químicos que están presentes en los protectores solares llega a afectar a los ecosistemas marinos y de agua dulce, un

ejemplo rápido puede ser la oxibenzona y el octilmetoxicinamato, que pueden llegar a causar alteraciones al medio ambiente hasta el grado de ocasionar trastornos hormonales y reproductivos en algunas especies que habitan en él, quién se ve afectado directamente son las barreras de coral.

Existe un estudio publicado en una revista científica que afirma haber hallado filtros ultravioletas en varios niveles de la cadena alimenticia y si nos ponemos a reflexionar un poco como llega a ocurrir con los micro plásticos, estos restos de filtros podría llegar a estar en algunos alimentos que comemos a diario.

La Riviera maya, ubicado en el estado de Quintana Roo es un lugar demasiado turístico llegando a ser visitado por más de 15 millones de turistas al año, se pensaría que sus playas deben estar muy bien reguladas sobre el uso de los protectores solares, pero no es así; varios de esos productos de uso constante en ese lugar contienen sustancias perjudiciales para la vida marina. Algunos investigadores trabajaron para estimar la presencia de estos contaminantes químicos en los corales de esa región mediante una fórmula que incluye varios aspectos, como el porcentaje de los turistas que usan protectores solares, la frecuencia con las que lo usan, porcentaje de protector que se desprende en el agua y pudieron llegar a estimar que anualmente se libera al mar entre 230 y 300 toneladas de protector solar.

Es por ello que se pretende adaptar una fórmula biodegradable a una fórmula convencional química que permita el uso de protectores solares en ríos, cenotes y mares, y que sea amigable con el medio ambiente.

En el mercado existen algunos protectores solares biodegradables, pero no cuentan con beneficios extras más que bloquear los rayos del sol, este proyecto va de la mano con adaptar a una fórmula ya existente para volverlo biodegradable que además de realizar su función principal cuenta con beneficios extra como el aporte de dos extractos frutales, que van a permitir hidratación a la piel, presencia de antioxidantes, poder despigmentante, protección con los radicales libres y al mismo tiempo renovación celular.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de uso de protectores solares a base de distintos compuestos

2.1.1 Origen de los protectores solares

Hoy en día no podríamos sobrevivir sin protegernos del sol. Independientemente del clima o la zona en la que vivas, protegerse del sol es casi una garantía de salud, de vida y de juventud.

El primer protector solar nació debido a necesidad y se remonta a la segunda guerra mundial, teniendo uso exclusivo para los militares. Debido a que los soldados, pasaban muchas horas seguidas en combate, y sufrían quemaduras de extremada gravedad, esto les provocaba molestias, dolores e incluso bajas. Fue este el principal motivo por el cual, el farmacéutico Benjamin G. investigó hasta descubrir alrededor del año 1944, que una materia prima extraída del petróleo creaba una fina capa que, cuando se aplicaba en la piel, actuaba como protección de los rayos solares. Esta innovadora patente fue rápidamente adquirida por la compañía farmacéutica Merck & Co., quienes fueron mejorando esa formulación y enfocándola al comercio, para así vender un producto que te protegía de los rayos solares y además te bronceaba todo eso al mismo tiempo.

No obstante, fue hasta 1946, cuando el químico Franz Greiter, al sufrir una insolación escalando el Piz Buin, diseñó el primer protector solar de venta al público (ya que recordamos que el farmacéutico Benjamin solo lo había creado para los militares) con el nombre de "Glacier Creme" (Gletscher creme en alemán). Mientras tanto, fue hasta 1983 que los protectores solares únicamente protegían contra los rayos UVB con aproximadamente un FPS equivalente a 2-6, y fue hasta los años 90 que no hubo una legislación europea que los regulara. Comenzando con esa década aparecen los primeros filtros que eran capaces de proteger frente a UVA y UVB, y se introduce el concepto de índice de protección solar.

2.1.2 Tipos de compuestos en protectores solares

Debido al desarrollo en el tiempo de los protectores solares se han detectado y desarrollado diferentes compuestos a partir de los cuales se da el efecto protector principal del bloqueador, así como también un efecto en la piel distinto.

Listado de activos cosméticos de protección solar, presentando capacidad de protección y mecanismo de acción			
Activos de protección solar	Capacidad de protección		Mecanismo
	UVA	UVB	Químico (Q) Físico (F)
Butil metoxidibenzoil metano	4	2	Q
Octocrileno	2	4	Q
Octil metoxicinamato	2	4	Q
Óxido de Zinc	4	4	F
Dióxido de Titanio	3	4	F
Octil salicilato	1	4	Q

1. Protección mínima. 2. Protección limitada. 3. Protección considerable. 4. Protección extensiva.

Tabla 1. (FDA,2013), (EPA; 2006). Tabla desarrollada por BASF

2.1.2.1 Butil metoxidibenzoil metano (Abovenzona)

Polvo blanco cristalino con un punto de fusión de 81-86 ° C. Ideal para uso en productos de cuidado personal, cuidado solar, cuidado diario de la piel, cosméticos decorativos con protección solar de amplio espectro filtro UV-A, etc.

“La avobenzona (AVO) (butilmetoxidibenzoilmetano) es un filtro solar que absorbe la luz en el rango UVA con un máximo de absorbancia a 358 nm, es uno de los fotoprotectores de mayor uso a nivel mundial”³.

³ (Pinillos, J. 2011)

2.1.2.2 *Octocrileno*

Un líquido amarillo pálido con un punto de fusión de 96-98°C. Un aceite miscible con filtro UV-B que está aprobado en los E.E.U.U., Europa y Japón para su uso en preparaciones de protección solar. Como es miscible con muchos aceites cosméticos, puede ser fácilmente incorporado en la fase oleosa de una emulsión.

“Es un ingrediente habitual de los protectores solares. Además, posee propiedades emolientes (humectantes). Tiene capacidad para neutralizar la radiación UV reflejada y refractada. A concentraciones del 10% a 12% se suele combinar con avobenzona”⁴.

2.1.2.3 *Octil metoxicinamato*

“El octil metoxicinamato es un protector solar UV-B de categoría 1 utilizado para productos de protección solar de venta libre, como filtros solares, productos de cuidado personal, cuidado del sol, protección solar para bebés, cuidado diario de la piel”⁵.

2.1.2.4 *Óxido de zinc*

Brinda una buena protección contra la radiación UV y contiene partículas de 60 nm. Es el mejor compuesto para la protección solar y es poco soluble en agua, lo cual lo hace todavía más eficiente como protector solar.

Algunas de las características del óxido de zinc son las siguientes:

- Es insoluble en agua, pero soluble en ácidos y bases diluidos.
- Cuenta con propiedades piezoeléctricas y piroeléctricas. La primera se refiere a la generación de electricidad cuando se aplica estrés mecánico,

⁴ (López, J. 2019)

⁵ (Díaz, G. 2019)

mientras que la segunda hace referencia a la generación de corrientes eléctricas externas ante cambios en la temperatura.

- Propiedad Catalítica. En la hidrogenación de hidrocarburos no saturados, propiedad aprovechada en la industria petrolífera en la obtención de gasolinas de alto octanaje.
- Propiedad Semiconductora. Cuenta con una propiedad semiconductora, la cual presenta una pequeña diferencia energética entre las bandas ocupadas y las bandas vacías de electrones, ocurriendo dicha conducción cuando se le suministra una energía externa que hace saltar los electrones de una banda a la otra. Aplicación importante se da en los varistores, termistores y rectificadores.
- Tiene mayor poder de cobertura que cualquier otro pigmento blanco, debido a su alto índice de refracción. Esta característica es importante en las propiedades luminiscentes, fotoquímicas, fotoconductoras y fotovoltaicas.
- Otorga buena resistencia frente a los cambios atmosféricos, al ser aplicado en alguna superficie.

2.1.2.5 Dióxido de titanio

Es una Pantalla solar que bloquea y refleja los rayos UV antes de que estos penetren la piel y puedan causar un daño grave. el dióxido de titanio a nano escala se vuelve transparente a la luz visible y a la vez actúa como un eficiente absorbente de la luz ultravioleta. Debido a que el tamaño de las partículas es tan pequeño, las nanopartículas de dióxido de titanio no reflejan la luz visible, pero absorben la luz ultravioleta, lo que permite una barrera transparente que protege la piel de los rayos dañinos del sol.⁶

⁶ (Conjuntolar, 2019)

2.1.2.6 Octil Salicilato

El octil salicilato (OS) se incorpora habitualmente en protectores solares para otorgar capacidades antibacterianas y ayuda a prevenir que los productos se vuelvan rancios. Se trata de un absorbente de UVB soluble en aceite e insoluble en agua que se ha utilizado durante mucho tiempo, incluso antes de PABA. Proporciona una protección eficaz en el intervalo de 290 -315 nm. Se utiliza generalmente en combinación con otros absorbentes UV para aumentar el SPF. “Sirve como un inhibidor contra la degradación UV de emulsiones, polímero y colorante. Es ideal para usar en productos para protección solar, cuidado de la piel y protección diaria”⁷.

El OS es una adición excepcional en los productos de protección para el cabello y el cuidado de los labios.

2.1.3 Productos orgánicos y su capacidad protectora

Según el tipo de filtro que contienen, los protectores solares se clasifican en orgánicos (o químicos) e inorgánicos (o físicos).

Filtros orgánicos: Son compuestos aromáticos que absorben la radiación UV y la convierten en calor. Entre ellos tenemos a los cinamatos, de los cuales el octinoxato es el filtro UVB más utilizado. La oxibenzona es el filtro UVA más utilizado. La Abovenzona es un filtro efectivo para la radiación UVA1, pero es extremadamente foto lábil y debe ser estabilizada con otros compuestos tales como el Octocrileno.

Los protectores solares orgánicos son considerados como alternativa saludable de protección contra los rayos ultravioleta y que son asimilados por la piel de manera que no cause daños en ella, de esta manera existen varios estudios en los cuales se ven evidencian las propiedades de dichos productos.

Los protectores solares orgánicos generalmente absorben no menos del 85% de la radiación UVB, pero pueden permitir el paso de la radiación UVA. Todos los

⁷ (Díaz, G. 2019)

derivados del PABA absorben la radiación entre longitudes de onda aproximadamente de 290- 320 nm, las benzofenonas absorben entre 250-360 nm, los cinamatos absorben entre 280-320 nm y los salicilatos y otros protectores solares orgánicos absorben aproximadamente entre 270-320 nm⁴.

Filtros inorgánicos: Reflejan y dispersan la radiación UV. Los preparados micronizados también pueden absorber la radiación UV. Los filtros inorgánicos son estables, y a diferencia de los orgánicos, tienen un bajo potencial irritante y sensibilizante. A menudo se combinan con los orgánicos para maximizar la eficacia y aceptabilidad cosmética. Algunos protectores solares inorgánicos contienen partículas de gran tamaño y forman una película blanca estéticamente inaceptable y oclusiva sobre la piel. En la actualidad, con el uso de la nanotecnología, se elaboran nanopartículas de 5 a 20 nm que forman una película transparente y proporcionan una protección efectiva contra UVB y UVA.

2.2 Antecedentes de impacto causado por los protectores solares

Gracias a las plataformas digitales y a su alcance se pueden conocer los antecedentes y los impactos que tienen los protectores solares en la vida terrestre y marina.

2.2.1 Factores problemáticos respecto al uso de protectores solares

Debido a la capacidad de la mayoría protectores solares para penetrar la piel, se han hecho distintas investigaciones acerca de una posible relación entre el uso excesivo de estas cremas con distintas enfermedades a la piel.

Un estudio en México respecto a la absorción ultravioleta de los protectores solares con su factor de protección (FPS), dio como resultado que no existe relación entre

estos dos. Esto debido a que la protección de la radiación UVA varía bastante, incluso cuando el factor de protección solar es el mismo.⁸

Uno de los problemas para determinar soluciones es que los filtros solares aún pertenecen al grupo de los llamados contaminantes emergentes, sobre los que aún no hay nula o poca legislación. Entre estos contaminantes emergentes se encuentran objetos de nuestro día a día como detergentes, cosméticos y productos de higiene, drogas, hormonas y fármacos.

Entre estos nuevos productos químicos, muchos de ellos están relacionados con productos de cuidado personal y cuidado de la piel (por ejemplo, filtros ultravioletas, antimicrobianos, antisépticos, microesferas plásticas...), que llegan al ecosistema costero sobre todo a través de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Al no contar con mediciones y protecciones específicas para estudiar estas sustancias a través de su motorización en los ecosistemas acuáticos, estos elementos llegan al mar a través de los vertidos, ya que las depuradoras no están preparadas para su eliminación.

“La investigación de EWG muestra que el 84% de los 910 productos de protección solar de marca registrada ofrecen protección inadecuada contra el sol, o contienen ingredientes, como la oxibenzona, con importantes problemas de seguridad”⁹.

Diversos informes de instituciones como la Water Joint Programming Initiative, la Unión Europea y la Unesco, advierten que la presencia de estos contaminantes en el agua va en aumento. Sin embargo, en el caso de las sustancias que filtran los rayos ultravioletas no es necesario buscar el canal de entrada en los ecosistemas a través de los vertidos, sino que cada uno de nosotros, al utilizar protectores solares, dejamos contaminadas las aguas donde nos bañamos.

⁸ (Castanedo, Torres, Araujo, Castanedo, & Moncada, 2008)

⁹ (Environmental Working Group (EWG), 2008)

2.2.2 Impacto de daños en la población local

“Algunos protectores solares contienen químicos como oxibenzona y octinoxanato. Estos compuestos son altamente tóxicos porque se bioacumulan en los tejidos de los corales, ocasionan blanqueamiento, anormalidades en su desarrollo, pueden alterar el ADN e incluso matarlos”¹⁰.

“Pero el potencial genotóxico de estos compuestos es también para peces, aves marinas, esponjas, medusas, gusanos, crustáceos, moluscos, estrellas, erizos y pepinos de mar, así como tortugas, entre otros animales”¹¹.

Cabe destacar que el Decenio de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible de 2021 a 2030, proclamado por la ONU, tiene, entre otras metas, la identificación de las fuentes de contaminación de los océanos para su eliminación y limpieza. “La relación del océano y el ser humano debe ser sustentable y responsable”¹².

2.2.3 Impacto de los protectores solares en la flora y fauna marina

Aunque aún se está estudiando en profundidad el efecto en la flora y la fauna de nuestros ecosistemas, diversos informes ya han alertado sobre su presencia y mamíferos, peces, algas y moluscos. El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) halló estas sustancias incluso en los huevos de las aves silvestres de Doñana. “Este hallazgo es relevante porque demuestra que, si está en el huevo, antes de que el ave se haya desarrollado y se haya expuesto al medio ambiente, es porque la madre ha transferido el contaminante antes de la puesta”, explican.

Uno de los mayores riesgos que existen relacionados con esta problemática es que estas sustancias pueden causar problemas hormonales porque son disruptores

¹⁰ (Febles, K. 2019)

¹¹ (UAEH, 2019)

¹² Loc. Cit. (Febles, K. 2019)

endocrinos y, por tanto, afectan a la capacidad para reproducirse de las especies, lo que empeora la frágil situación de la biodiversidad global.

La crisis climática ha llevado a que la detección de contaminantes en los ecosistemas acuáticos requiera procedimientos complejos de muestreo, tratamiento y medición que necesita de nuevas estrategias e instalaciones. Con el apoyo del desarrollo de tecnologías más accesibles, actualmente se encuentran en desarrollo algunas alternativas hacia la detección más simple y sostenible de contaminantes marinos.

A pesar del enorme esfuerzo que ya se ha realizado para mejorar nuestro conocimiento sobre la composición y contaminación de los océanos, aún queda mucho por estudiar. Las dificultades a las que se enfrenta esta investigación son la baja concentración de los productos químicos en las muestras marinas y la complejidad de tomar muestras.

“Los filtros UV tienen una entrada directa en playas o ríos a través de los bañistas que usan protectores solares. Por tanto, las zonas costeras, especialmente las más turísticas, son un entorno bastante vulnerable a este tipo de contaminación”¹³.

Además, se añaden a multitud de cremas, tintes para el pelo, pinturas de uñas o cosméticos. Así, su entrada al medio marino mediante los efluentes de las depuradoras también es muy significativa.

Pero el problema no acaba ahí. Además de encontrarse en estos productos de cuidado personal, los filtros UV son usados también para proteger objetos de la degradación por culpa de los rayos solares. Se añaden a muchos tipos de productos, como por ejemplo a los envases de los alimentos, por lo que su presencia en nuestro entorno está muy extendida.¹⁴

¹³ (Montesdeoca, 2020)

¹⁴ (Montesdeoca Loc. Cit., 2020)

2.2.4 Organismos acuáticos

Debido al creciente uso de protectores solares, sus componentes químicos han llegado al entorno acuático por fuentes directas y/o fuentes indirectas, acumulándose en el mar, lagos o aguas de río. Diferentes estudios han demostrado que los filtros UV orgánicos, incluso a niveles traza, pueden causar trastornos hormonales en la reproducción de los peces, y poseen actividad endocrina.¹⁵

También los filtros inorgánicos causan toxicidad ambiental. Por ejemplo, Miller et al., 2012 indicaron que el TiO₂, bajo una baja radiación UV puede inducir toxicidad para el fitoplancton marino. Sin embargo, el impacto medioambiental de los filtros solares no se debe solo a los ingredientes activos (es decir, filtros UV), ya que muchos otros compuestos, como nutrientes inorgánicos y oligoelementos, también se liberan cuando el protector solar entra en contacto con el agua de mar.¹⁶

2.3 Aplicaciones de óxido de zinc y dióxido de titanio en la industria

El óxido de zinc y el dióxido de titanio son conocidos principalmente por su capacidad eficiente como protectores solares, sin embargo, tienen otras aplicaciones dentro del área química y juegan un papel importante también dentro de la sociedad, aunque visiblemente no podemos verlo, están dentro de diversas cosas que tenemos en casa o simplemente en cosas que hay en nuestro alrededor que no nos imaginábamos.

2.3.1 Aplicación en la industria metalúrgica

Óxido de zinc: Este compuesto químico, gracias a su solubilidad en el alcohol y en los ácidos, es indispensable para la fabricación de espejos y monedas, además de poseer características que permiten que pueda ser mezclado para la formación de aleaciones con otros metales. Gracias a la alta solubilidad de este compuesto

¹⁵ (Benedé et al., 2014)

¹⁶ (Tovar-Sanchez et al., 2020).

químico en el alcohol y en los ácidos, es imprescindible para los procesos de fabricación de monedas y espejos. Además, sus características permiten mezclar este material para producir aleaciones de otros materiales. Su uso se extiende también a la producción de componentes electrónicos o el recubrimiento de piezas de hierro y acero para evitar su oxidación.

Bióxido de titanio: Es empleado tanto en la fabricación de recipientes como de tubos anticorrosivos para la industria química. Beneficios: alta resistencia a la corrosión al contacto con un ácido. Además, puede ser usado en la Industria de Pinturas y Recubrimientos. Absorbente de los Rayos UV. Impresiones. Manufactura de Cerámica y Cemento blanco. Pigmentación de papel, hule, linóleo, entre otros.

2.3.2 Aplicación en la industria farmacéutica

Óxido de zinc: pueden hallarlo en protectores para la piel, como las cremas de barrera solar y los tópicos medicados para tratar la dermatitis del pañal en lactantes. En el caso de las cremas de protección solar, el óxido de zinc cumple la función de ser una barrera, reflejando y dispersando la radiación UV, que contribuye a reducir la posibilidad de presentar quemaduras por exposición y envejecimiento prematuro. Se comercializa principalmente como pomada o polvo antiséptico gracias a sus propiedades que contribuyen a cerrar los poros de la piel protegiéndola de agentes externos que pueden provocar inflamaciones o empeorar heridas.

Dióxido de titanio: es usado ampliamente en esta industria porque al ser un material opaco que absorbe la radiación, protege a productos que la luz pueda degradar como jarabes y otros medicamentos.

2.3.3 Aplicación en la industria cosmética

Óxido de zinc: El óxido de zinc se utiliza como capa protectora en la piel evitando la picazón y el ardor. Igualmente se ocupa como agente desodorante ya que elimina los malos olores y las bacterias causantes de la sudoración. Funciona como protector solar y como componente regenerativo de la piel. Dentro de la cosmética,

el óxido de zinc tiene diferentes usos dependiendo de la función que tenga que cumplir. Su propiedad más conocida es la de filtro solar protegiendo a la piel de los rayos del sol y consiguiendo reflejar dichos rayos para evitar el daño de los rayos ultravioletas.

También es un componente habitual de desodorantes debido a su acción astringente, así como de cremas o cosméticos para tratar las pieles con acné.

Por su color blanquecino se emplea como blanqueador consiguiendo aportar un tono más blanco y opaco a muchas fórmulas cosméticas.

Dióxido de titanio: permite ocultar imperfecciones de la piel y darle brillo para que luzca mejor. Aparte de que contribuye en los siguientes aspectos:

Color: el uso del TiO₂ en forma de pigmento junto a otros colores aporta intensidad y brillo a los cosméticos decorativos. Además, permite a los fabricantes de bases de maquillaje y pintalabios crear una gran variedad de tonos aptos para todo tipo de pieles.

Luminosidad: el TiO₂ contribuye a la absorción de aceite por parte de la piel y le brinda una opacidad que minimiza el brillo no deseado, algo esencial en los productos que pretenden crear un efecto mate.

Protección UV: en su forma no pigmentaria, el TiO₂ es un ingrediente básico de los protectores solares, puesto que absorbe y dispersa los rayos UVA y UVB, evitando así las quemaduras y el envejecimiento prematuro de la piel. Esta propiedad también se puede aprovechar en los cosméticos para elaborar cremas, bases de maquillaje y pintalabios que ofrezcan protección frente a los rayos ultravioleta.

Textura: en su forma no pigmentaria, las partículas de TiO₂ se vuelven transparentes, lo cual ayuda a crear fórmulas mucho más suaves, translúcidas y fáciles de aplicar. Su opacidad también resulta vital en los productos destinados a ocultar las imperfecciones de la piel.

2.3.4 Aplicación en la industria del caucho

Óxido de zinc: es utilizado en la industria de plásticos para evitar la decoloración, mantener la estabilidad del calor y mantener la transparencia del producto. La adición de ZnO como activador y el azufre como agente vulcanizante específicamente proporciona que el elastómero logre disminuir el tiempo de vulcanización, disminuir los consumos de energía logrando una mejor dispersión de la mezcla y una mejora de las propiedades físico-mecánicas de las formulaciones.

En la fabricación de planchas de EVA expandida, el óxido de zinc es un compuesto que actúa como activador del agente espumante (azo-dicarbonamida), ya que el ZnO rebaja su temperatura de descomposición proporcionando un mejor rendimiento en la generación de gas de dicho espumante. El ZnO reduce la temperatura de descomposición pura, lo cual es realmente importante en este proceso.

Con el desarrollo del proyecto LIFE+ GREENZO se pretende validar el uso del ZnO reciclado, en la fabricación industrial de piezas de caucho y de planchas de EVA expandida, en una instalación industrial real como la de la empresa CAUCHOS KAREY, S.A

Dióxido de titanio: es el pigmento que proporciona a los productos finales una brillante blancura, opacidad y protección. sus propiedades permiten minimizar la fragilidad, la decoloración y otros efectos adversos que genera la luz. Por lo que el dióxido permite extender la vida útil de una gran variedad de plásticos y cauchos. Sus propiedades permiten minimizar la fragilidad, la decoloración y otros efectos adversos que genera la luz.

Puede ser utilizado en plásticos y caucho industria, tales como masterbatch, el color para suelos de PVC, tubo de PVC, barra de sección. El látex de caucho, rellenos de plástico o caucho, etc. También puede ser utilizado en las zapatillas de suela de goma patín, jabón marcado, etc.

También ser ampliamente utilizado en la pintura, la marca de papel de la industria.

2.4 La piel

La piel es el órgano más extenso del cuerpo y está compuesta por tres capas diferentes. Lo cubre completamente. Además de servir como protección contra el calor, la luz, las lesiones y las infecciones, la piel también:

- Regula la temperatura del cuerpo
- Almacena agua y grasa
- Es un órgano sensorial
- Impide la pérdida de agua
- Impide el ingreso de bacterias
- Actúa como barrera entre el organismo y el entorno.

A lo largo de todo el cuerpo, varían las características de la piel, tales como su grosor, color y textura. Por ejemplo, la cabeza contiene más folículos capilares que cualquier otro lugar, mientras que las plantas de los pies no contienen ninguno. Además, las plantas de los pies y las palmas de las manos tienen una piel mucho más gruesa que otras zonas del cuerpo.¹⁷

La piel está formada por las siguientes capas. Cada una de ellas tiene funciones específicas:

- Epidermis
- Dermis
- Capa de grasa subcutánea (hipodermis)

2.4.1 Epidermis

Es la capa externa que constituye la verdadera cubierta de protección contra influencias ambientales como las toxinas, las bacterias y la pérdida de fluidos.

La epidermis es la capa externa delgada de la piel que consta de tres tipos de células:

¹⁷ (Stanford, 2022)

- Células escamosas. La capa más externa que se pela continuamente se llama estrato córneo.
- Células basales. Las células basales se encuentran debajo de las células escamosas, en la base de la epidermis.
- Melanocitos. Los melanocitos se encuentran en todas las capas de la epidermis. Forman la melanina, que le da el color a la piel.¹⁸

2.4.2 Dermis

Es diez veces más gruesa que la epidermis, es el tejido de sostén de la piel y responsable de su elasticidad y fortaleza.

La dermis es la capa intermedia de la piel. Contiene lo siguiente:

- Vasos sanguíneos
- Vasos linfáticos
- Folículos capilares
- Glándulas sudoríparas
- Estructuras de colágeno
- Fibroblastos
- Nervios
- Glándulas sebáceas

“La dermis se mantiene unida mediante una proteína llamada colágeno. El colágeno está formado por fibroblastos. Esta capa le da a la piel flexibilidad y fuerza. Además, contiene receptores del dolor y el tacto”¹⁹.

2.4.3 Hipodermis

Es la capa más interna, y protege el tejido muscular absorbiendo los impactos gracias a las aglomeraciones en forma de ‘almohadilla’ de unas células de grasa

¹⁸ (Stanford, 2022)

¹⁹ (Stanford Loc. Cit., 2022)

llamadas adipocitos. Éstas también aíslan el cuerpo del frío y del calor, y almacenan importantes nutrientes. La capa de grasa subcutánea es la capa más profunda de la piel. Consta de una red de colágeno y células de grasa. Ayuda a conservar el calor del cuerpo y protege el cuerpo de lesiones al actuar como absorbedor de golpes. Esta capa también contiene células que pueden ayudar a regenerar la piel después de una lesión.²⁰

2.5 Radiación ultravioleta

Las radiaciones ultravioletas constituyen uno de los agentes físicos causantes de mutaciones en los más diversos organismos de nuestro planeta y éstas están indisolublemente ligadas a los procesos de foto carcinogénesis. La luz UV es una parte de la energía radiante que proviene del sol y constituye la porción más energética del espectro electromagnético que incide en la superficie de la tierra.²¹

La radiación ultravioleta (UV) es una forma de radiación no ionizante* que es emitida por el sol y fuentes artificiales, como las camas bronceadoras. Aunque ofrece algunos beneficios a las personas, como la producción de vitamina D, también puede causar riesgos para la salud.

Nuestra fuente natural de radiación UV:

- el sol
- Algunas fuentes artificiales de radiación UV incluyen:
- camas bronceadoras
- luces de vapor de mercurio (se encuentran con frecuencia en los estadios y gimnasios escolares)
- algunas luces halógenas, fluorescentes e incandescentes
- algunos tipos de láser

²⁰ (Stanford, 2022)

²¹ (GONZÁLEZ-PÚMARRIEGA, 2009)

2.5.1 Rayos UV

La radiación ultravioleta es un tipo de energía que el ser humano es incapaz de percibir y se mide según el espectro electromagnético (EM).

La intensidad de la radiación UV depende de: la altura del sol, la altitud, la nubosidad, la latitud, el ozono, la reflexión por el suelo.

2.5.1.1 UVA

La radiación UVA se considera como la “radiación de envejecimiento” y es capaz de penetrar profundamente en la epidermis y en la dermis de la piel. Es más eficaz que la UVB en lograr un curtido de la piel inmediato que se produce por oscurecimiento de la melanina en la epidermis.²²

Son rayos invisibles que forman parte de la energía que viene del sol. La radiación UVA también proviene de lámparas solares y camillas de bronceado. La radiación UVA puede causar envejecimiento prematuro de la piel y cáncer de piel. También puede causar problemas en los ojos y el sistema inmunitario. Los especialistas de la piel recomiendan que las personas usen filtros solares que protegen la piel de la radiación ultravioleta. En el campo de la medicina, la radiación UVA también surge de lámparas o rayos láser especiales que se usan para tratar ciertas afecciones de la piel como soriasis, vitíligo y tumores de la piel causa del linfoma cutáneo de células T. También se llama radiación ultravioleta A.

2.5.1.2 UVB

“La radiación UVB se considera como “radiación de quemaduras”. Es capaz de penetrar en la epidermis actuando principalmente a nivel de la capa basal de células, dañando el genoma de los queratinocitos, las células vitales del tallo de la epidermis”²³.

²² Op. Cit. Pp 72 (GONZÁLEZ-PÚMARIEGA, 2009)

²³ Loc. Cit. (GONZÁLEZ-PÚMARIEGA, 2009)

Las ondas cortas de la radiación UVB del sol son en su mayor parte interceptadas por la capa de ozono. El debilitamiento de la capa de ozono en los últimos años, no obstante, ha provocado un incremento del número de rayos UVB que llegan a la tierra. La potente radiación UVB provoca inicialmente la reacción protectora más evidente de la piel al sol. Atraviesa las capas superiores de la epidermis y la broncea con rapidez. Se forman pigmentos (melanina) por las células pigmentarias localizadas en la unión de la dermis con la epidermis, y son cedidos a los queratinocitos, células que forman la epidermis, la capa más superficial de la piel y la colorean de manera visible.

Si la dosis de UVB es demasiado fuerte, la piel se torna roja y se inflama, derivando en una quemadura solar. Esto es una señal de alarma grave enviada por las células cutáneas. Ahora depende del propio sistema reparador de las células erradicar el daño. Cuanto más frecuente e intensa sea la exposición de la piel al sol, más grave será el daño. Además, aumenta el riesgo de que los procesos de reparación se agoten y no funcionen correctamente. A largo plazo, esto puede provocar alteraciones del material genético, lesiones cutáneas crónicas y puede derivar en las fases preliminares del cáncer y en el desarrollo propio del cáncer de piel.

2.5.2 Índice UV solar mundial

El índice UV solar mundial (IUV) es una medida de la intensidad de la radiación UV solar en la superficie terrestre. El índice se expresa como un valor superior a cero, y cuanto más alto, mayor es la probabilidad de lesiones cutáneas y oculares y menos tardan en producirse esas lesiones.

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud, 2013) el valor de medida de los rayos UV va desde un 1 a un 11+. Las categorías son:

- Baja= <2
- Moderada= 3 a 5
- Alta= 6 a 7
- Muy alta= 8 a 10

- Extremadamente alta= 11+

Se mide la intensidad de radiación UV en la superficie terrestre en un horario específico que habitualmente es el mediodía solar y puede tener lugar entre las 12 del día y las 2 de la tarde.

2.6 Protección solar

2.6.1 FPS

El factor de protección solar determina la eficacia de la crema solar y el tiempo que tu piel va a estar protegida.

El Factor de Protección Solar (FPS) es el tiempo máximo que puedes estar expuesto al sol sin quemarte. La fórmula para calcular dicho tiempo es: multiplicar el tiempo que tu piel de forma natural podría estar expuesta al sol sin quemarse (esto varía en función del fototipo de cada persona) por el factor de protección solar de la crema solar que elijas.

2.6.2 Clasificación de Fototipos

Existen diferentes tipos de piel (los denominados “Fototipos”) que varían en función del color de la piel, el cabello y los ojos de la persona. Las pieles claras necesitan protegerse más del sol que las pieles oscuras, pero todas necesitan protección solar.²⁴

Tabla 2. FOTOTIPOS CUTÁNEOS, TIPOLOGÍA E IMPORTANCIA. IML

TIPO	CARACTERÍSTICAS
FOTOTIPO I	<ul style="list-style-type: none"> • Piel muy pálida (pelirrojos). • Frente a la exposición solar siempre se queman • Nunca se broncean. • Suelen tener muchas pecas
FOTOTIPO II	<ul style="list-style-type: none"> • Piel clara • Frente a la exposición solar siempre se quema

²⁴ (De la Torre, J. R., 2017)

	<ul style="list-style-type: none"> • Puede adquirir un discreto tono de bronceado • Suelen tener bastantes pecas
FOTOTIPO III	<ul style="list-style-type: none"> • Piel morena clara • Frente a la exposición solar a veces se queman y a veces se broncean • El tono de bronceado que pueden adquirir es medio • Pocas pecas
FOTOTIPO IV	<ul style="list-style-type: none"> • Piel morena • Frente a la exposición solar nunca se quema • Siempre se broncea con tono intenso. • No tienen pecas
FOTOTIPO V	<ul style="list-style-type: none"> • Piel oscura • Frente a la exposición solar nunca se quema • El tono de bronceado es muy intenso • No tienen pecas
FOTOTIPO VI	<ul style="list-style-type: none"> • Piel negra • Nunca se quema • La piel siempre está muy oscura • No tienen pecas

Fuente: <https://consejos.iml.es/piel/fototipos-cutaneos-tipologia-e-importancia/>

2.7 Materia prima

2.7.1 Propiedades de insumos principales del producto

Los dos insumos principales para la fabricación del protector biodegradable se basan en los bloqueadores físicos (los que van ayudar a reflejar los rayos del sol) como lo es el óxido de zinc y el dióxido de titanio.

2.7.1.1 Óxido de zinc

El óxido de zinc es un compuesto químico blanco inerte que se utiliza en muchos campos como agente o relleno volumétrico y como pigmento blanco. También se utiliza en muchos productos cosméticos, médicos y en artículos de tocador, gracias

a sus propiedades antibacterianas y desodorantes. Suele encontrarse a menudo en el talco para bebés y en el champús anticaspa, por ejemplo.

Absorbe muy bien la luz ultravioleta (UV) y por eso es apto para su uso en lociones de protección solar, tanto para adultos como para niños.

2.7.1.2 Dióxido de titanio

El dióxido de titanio es un compuesto inorgánico de color blanco que se emplea desde hace casi un siglo en una enorme cantidad de productos diversos. Se confía en esta sustancia porque aporta luminosidad sin ser tóxica ni reactiva, lo cual permite intensificar la blancura y el brillo de muchos materiales de forma segura.

“Se trata del pigmento conocido más blanco y brillante, posee cualidades reflectantes y es capaz tanto de dispersar como de absorber los rayos ultravioletas”²⁵.

2.7.2 Propiedades de insumos secundarios del producto

Los insumos secundarios se basan en todas aquellas materias primas que podemos variar y que nos van ayudar a dar la composición correcta del protector biodegradable.

2.7.2.1 Extracto de toronja

Propiedades

- Exfoliante
- Antiséptico
- Antiinflamatoria
- Suavizante
- Bloqueador de radicales libres

²⁵ (Conjuntolar, 2019)

- Poder despigmentante
- Acelera la síntesis de colágeno
- Efecto barrero en la piel
- Renovación celular

2.7.2.2 *Extracto de lichi*

Propiedades

- Reduce manchas oscuras en la piel
- Combate el envejecimiento
- Beneficios cosméticos contra el envejecimiento
- Protección contra los radicales libres
- Logra proteger el cuerpo contra el estrés oxidativo causado por los rayos UV

2.7.2.3 *Alcohol bencílico*

El alcohol bencílico es un conservante ecológico con actividad antimicrobiana que se incorpora a los cosméticos en muy pequeña concentración durante el proceso de fabricación. Su función es prevenir la contaminación microbiana durante la fabricación, almacenaje y uso cotidiano del producto.²⁶

La incorporación de conservantes en las formulaciones cosméticas con base acuosa es necesaria debido a que se trata de una excelente fuente de nutrientes para bacterias, hongos y levaduras.

Se usa como emulsionante para mantener los componentes aceitosos mezclados con líquidos acuosos (pero sin dejar sensación grasosa), incrementa la capacidad de formación de espuma o estabilizarla, suaviza la piel, estabiliza emulsiones, contribuye con el control de viscosidad (la aumenta o disminuye en los cosméticos), proporciona fijación de fragancias y tiene efecto antiviral para combatir el herpes.

²⁶ (Charlotte Chemical, 2020)

2.7.2.4 Etilhexilglicerina

La Etilhexilglicerina es un éter glicérico, aditivo multifuncional ampliamente utilizado para potenciar la eficacia conservante y que al mismo tiempo provee diversos beneficios a los cosméticos tales como humectación, acción desodorante, mejorador del sensorial y estabilización de la fragancia.

“La Etilhexilglicerina disminuye la tensión superficial en la membrana celular de los microorganismos, mejorando la acción antimicrobiana”²⁷

La etilhexilglicerina sirve como tensioactivo y potenciador del conservante y actúa como un conservante seguro en cantidades mínimas. Es un potenciador conservador comprobado y a menudo se usa en lugar de parabenos controvertidos (Lea más en los artículos sobre parabenos y conservantes).

2.7.2.5 Goma Xantan

La Goma Xantana se usa en cosméticos como espesante y permite aumentar la estabilidad de la mezcla. Mejora la viscosidad del producto, no irrita, no es grasoso y es adecuado para todo tipo de pieles. Además de ser un gelificante y espesante para cosmética casera; funciona como estabilizante adicional en emulsiones o espesante en geles de ducha y shampoo.

“Las dosis más habituales son de 0,1 a 1% en las emulsiones para favorecer la estabilidad y de 1 a 2 % para la formación de geles”²⁸. Su origen puede ser vegetal o sintético. Se obtiene a partir de fermentación de la bacteria xantomona campestris sobre una base glucídica (azúcar como puede ser el maíz) y el resultado es un polímero glucídico. Por lo que respecta a su presentación es en forma de polvo y se trata de un material muy higroscópico. Su almacenamiento exige mantenerlo alejado de la humedad.

²⁷ (Akema, 2019)

²⁸ (Martínez, E. 2018)

2.7.2.6 Cera de candelilla

La cera de candelilla se utiliza en la industria cosmética como emoliente y agente formador de películas. Es utilizado en algunos productos como lo son: el rímel, uno de los productos cosméticos más utilizados, seguido por el lápiz labial y lápiz cosmético. Barras de labios o labiales son producidos con cera de candelilla, los cuales muestran menor tendencia a la sudoración, debido a un fenómeno de la excreción de aceite en la superficie de la barra de labios.

La cera de candelilla mejora de la estabilidad del producto frente al aumento de la temperatura y prolonga la vida útil del producto sin ningún cambio químico.

“Gracias a sus características, entre ellas servir como protector ante la humedad, radiación solar, hidrofobicidad y no toxicidad, la cera de candelilla puede aprovecharse en diversas industrias”²⁹.

2.7.2.7 Agua purificada

El agua actúa como disolvente y permite que los ingredientes activos de las formulaciones se transporten a la piel y a la estructura del cabello. Mantiene la piel hidratada y es esencial para nuestro estado general de salud.

Cabe mencionar que la presencia de agua en algún producto cosmético es la entrada de a millones de bacterias, por lo tanto, debemos ser muy cuidadosos al momento de realizar algún procedimiento.

2.7.2.8 Palmitato de isopropilo

El palmitato de isopropilo se usa en el cuidado de la piel para aumentar la humedad de la piel, haciendo que su superficie se sienta suave al tacto. Cuando la piel está efectivamente hidratada, su tono puede verse más uniforme y el tamaño de los poros y las líneas finas pueden disminuir.

²⁹ (Espinoza, C. 2021)

2.7.2.9 Estearato de glicerol

Se usa como un emulsionante no iónico o emoliente en cosméticos. Ampliamente utilizado en el cuidado de la hidratación y también se encuentra en el cuidado del cabello por sus propiedades antiestáticas.

Sirve como emoliente ya que logra suavizar la piel. Y también sirve como agente emulsionante ya que promueve la formación de mezclas íntimas entre líquidos no miscibles alterando la tensión interfacial (agua y aceite).

2.7.2.10 Aceite de almendras

El aceite de almendras dulces es el líquido obtenido de la semilla (pepita comestible) del árbol del almendro. Se trata de un líquido a temperatura ambiente (solidifica a -18°C) de color amarillo oscuro tras su prensado. Una vez refinado es de color amarillo brillante y casi sin olor.

Tiene propiedades cicatrizantes y regeneradoras, que le aportan beneficios frente a erupciones cutáneas. Además, su suavidad e hidratación la hacen perfecta para todo tipo de pieles, incluso las más sensibles y las de los bebés.

El aceite de almendras desinflama las irritaciones cutáneas debido a la presencia de zinc, mineral que reduce los procesos inflamatorios agudos, la alta concentración de vitamina E asegura un eficaz poder antioxidante capaz de neutralizar la nociva acción de los radicales libres y prevenir el envejecimiento prematuro.

El aceite de almendras dulces es uno de los más neutros que existen y no se le conocen contraindicaciones. Contiene agua, proteínas, grasas (sobre todo insaturadas), alto contenido de fibras, vitaminas B, C, A, D y E, hierro, potasio, sodio, magnesio, azufre, cobre, zinc y calcio.³⁰

³⁰ (Hernández, S. 2009)

2.7.2.11 Ácido esteárico

En el mundo de la cosmética, se utiliza para formar una base estable para desodorantes, lociones, y cremas. Ayuda a unir y engrosar los productos para que se adhieran suavemente a la piel y tengan una vida útil más larga.

Tiene aplicaciones en la industria farmacéutica o también como aditivo alimentario en la producción de envases plásticos para distintos alimentos.

2.7.2.12 Alcohol Cetoestearílico

Es un emulsificante y emoliente utilizado en cremas corporales, labiales, acondicionadores para cabello y cremas depilatorias, estabilizando además las emulsiones.

Se utiliza en cremas, ungüentos como agente viscosizante y estabilizante de emulsiones. También como acondicionador del cabello.

2.7.2.13 Glicerina

Es un fluido transparente, incoloro, inodoro y de sabor dulce. Su origen es botánico, se obtiene a través de aceites vegetales de diferentes plantas, principalmente colza, soja, palma, coco o linaza.

La glicerina, en forma de éster de ácido graso, se puede encontrar en todas las grasas y aceites, por lo que podemos hallarla ampliamente distribuida en la naturaleza.

La glicerina vegetal es un elemento 100% natural que se encuentra formando parte de la estructura de grasas, incluida en las moléculas de triglicéridos. Por lo tanto, es idónea para utilizar en productos con certificación orgánica. Su composición hace que sea muy interesante en cosméticos para todo tipo de pieles y cabellos. Eso sí, siempre debe utilizarse como vehículo cosmético o diluida en agua.

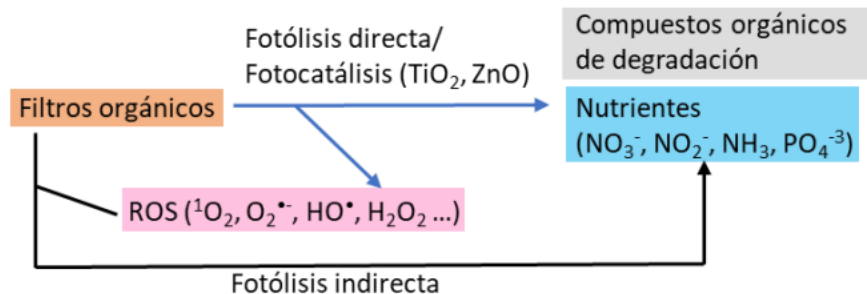
Una de las principales cualidades de la glicerina vegetal es que ayuda en la reestructuración de los lípidos que se encuentran en el estrato córneo. Esto se traduce en una mejoría e incremento de la elasticidad de la piel.

“Su molécula posee un gran número de posibles reacciones debido a la presencia de grupos alcohólicos (primario y secundario) que pueden ser reemplazados por otros grupos funcionales y formar derivados como los esterres, aminos y aldehídos”³¹.

³¹ (Betancourt, C. 2016)

2.8 Esquema de las transformaciones de los protectores solares

Figura 1. Procesos relacionados de la con la fotólisis de los filtros orgánicos en el medio acuático.



Fuente: MODELOS DE LIBERACIÓN E INTERACCIÓN DE LOS PROTECTORES SOLARES CON EL MEDIO MARINO

La fotólisis no es más que una descomposición química, que llega a sufrir una molécula de agua por la acción de los rayos ultravioleta, esto se llega a producir durante el proceso de fotosíntesis.

Las fotodegradaciones de filtros solares orgánicos se pueden manifestar por dos vías: directa e indirecta. La vía directa es modelada como una cinética de pseudo-primer orden, mientras que la vía indirecta por reacción del filtro solar con especies reactivas de oxígeno (ROS).

Esto se lleva a cabo a partir de disoluciones preparadas de los filtros solares, no de protectores solares comerciales por lo que no estudian la liberación de los filtros al medio acuoso. “Se consideran disoluciones de diferentes filtros solares en diferentes matrices acuosas y plantean los posibles mecanismos de fotodegradación de los filtros, estudiando las influencias de diferentes variables como la fuerza iónica, el pH y la presencia de materia orgánica”³².

Algunos investigadores simulan con diferentes aguas: ya se destilada, de mar, de piscina; y con diferentes tipos de luz para así analizar los compuestos intermedios de la degradación.

³² (Sakkas et al., 2003)

CAPITULO 3

3.1 Objetivo del proyecto

Objetivo general:

Adecuar la tecnología de la fórmula base seleccionada en el mercado a las condiciones geográficas y a los materiales disponibles en donde se ubica la planta.

Objetivos específicos:

1. Seleccionar la fórmula adecuada para que sea biodegradable y se mantenga estable.
2. Obtener un FPS 30-50 sin perder la eficiencia de un protector solar común.

3.2 Hipótesis

Hipótesis de investigación: Es posible obtener la fórmula de un protector solar biodegradable a partir de una adaptación de una fórmula base de un protector solar químico, que alcance un FPS entre 30 a 50, mediante la combinación de la concentración de agua, vehículo de activos y los estabilizadores.

Hipótesis nula: No es posible obtener la fórmula de un protector solar biodegradable a partir de una adaptación de una fórmula base de un protector solar químico, que alcance un FPS entre 30 a 50, mediante la combinación de la concentración de agua, vehículo de activos y los estabilizadores.

Hipótesis alternativa: La formulación del protector solar biodegradable con alcance de un FPS 30 a 50 depende de la concentración de los bloqueadores físicos.

3.3 Materiales y métodos

3.3.1 Ubicación geográfica

SNS COSMÉTICOS NARURALES S.A. de C.V. Seasons Love Your Skin ubicado en el estado de Jalisco. Localizado en prolongación Pino Suárez 1874-A, Colonia El Vigía, 45140 Zapopan, Jalisco.

Coordenadas:

20.737159860812042, -103.3877879346834

Los experimentos se realizarán en el laboratorio que se encuentra dentro de la planta.

3.3.3 Lugar de desarrollo del experimento

La realización de este proyecto se llevó a cabo en el laboratorio de la empresa. Es un espacio reducido ya que solo se encuentra el jefe del área (en este caso es mi asesor externo), un auxiliar de calidad a cargo de documentación y una becaria asistente.

Figura 2. Laboratorio de calidad y desarrollo



Figura 3. Laboratorio de calidad y desarrollo (área de pruebas piloto)



Figura 4. Laboratorio de calidad y desarrollo (área de pruebas pilotos)



Figura 5. Área de proceso



3.4 Programa de trabajo

	Semana															
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Capacitación	■	■														
Investigación			■	■	■											
Formulación						■	■	■								
Panel Sensorial									■	■						
Estabilidad y monitoreo Físicoquímico											■	■	■	■		
Reformulación												■	■	■		
Monitoreo de Producto terminado en el mercado															■	■
Elaboración de informe técnico	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

3.4.1 Explicación del programa de trabajo

Capacitación:

Las primeras semanas de la residencia profesional serán destinada a la capacitación, que va a permitir familiarizarme con los equipos de trabajo, las actividades que voy a realizar durante mi estancia y a conocer más a fondo los procesos que se realizan en el área donde voy a estar.

Investigación:

Las tres semanas siguientes estaré en un periodo de investigación que me ayudará a conocer las bases de mi proyecto, todo acerca de los bloqueadores, sus componentes, las materias primas que se requieren para que el protector solar sea biodegradable, básicamente los fundamentos que servirán de base del proyecto.

Formulación:

Las siguientes tres semanas serán dedicadas a realizar formulaciones y pruebas pilotos de los bloqueadores biodegradables, con las diferentes materias primas, haciendo a prueba y error hasta llegar a una fórmula correcta, de acuerdo a las materias primas con las que cuenta la planta; todo esto tomando como base la fórmula de un bloqueador que no es biodegradable y realizar las modificaciones necesarias.

Panel sensorial:

La semana 9 y 10 se realizará un panel sensorial de los bloqueadores que servirá para saber si el producto tiene una reacción en el cuerpo al momento de usarlo, también para conocer su FPS y con ello su efectividad.

Estabilidad y monitoreo Físicoquímico:

Las 4 semanas siguientes serán destinadas a verificar la estabilidad de los bloqueadores, para observar si se llegan a separar, si presentan algunos cambios a temperatura forzada mediante una incubadora Venticell, por lo tanto, se realizará un monitoreo físicoquímico para ver sus cambios de manera interna

Reformulación:

En dado caso que en la estabilidad hubiera algún problema, se realizará una reformulación para que los bloqueadores funcionen al 100% y se analizará las posibles materias primas que estén causando un efecto contradictorio.

Monitoreo de Producto Terminado en el mercado:

La última semana servirá para verificar y monitorear la fórmula final de los bloqueadores ya como producto terminado en el mercado de venta, para su posible venta al público,

Avances y realización del trabajo final de residencia profesional:

Durante las 16 semanas de residencia profesional iré documentando todo lo que vaya realizando, realizando diagramas de bloques, balances, monitoreo de los equipos utilizados, haciendo investigación documental; todo para integrarlo en el trabajo final de la residencia.

3.5 Métodos

Para comenzar, se realizan varias pruebas pilotos, en ellas se elaboran distintas formulaciones de gran similitud al producto final que deseamos (esto se hace en base a una formulación inicial de un protector solar de base química).

La adaptación se hace en base a una formulación previa de un protector solar químico, dicho protector solar contiene:

- Octiles: que como ya se ha mencionado anteriormente, brinda el papel de filtro solar químico.
- Emulsionante: que va a permitir que se solubilizan los Octiles con las materias primas de base agua y se pueda crear una emulsión.
- Vehículo de activos: esto va a depender de la necesidad del cliente, esto le va a dar la textura ya sea en base de gel o de crema.

Un plus que se le agrega a la formulación del protector solar biodegradable son los extractos de origen frutal, que aporta diversos beneficios que hacen que el producto sea más amigable al usarlo tanto con tu piel como con el medio ambiente.

Para esto se tendrán variaciones en las formulaciones, esto dependiendo de que tanto afecte cada materia prima en su concentración en el resultado final.

Al final de cada formulación se deben tomar las respectivas muestras fisicoquímicas:

- Densidad
- pH
- Viscosidad

Las pruebas fisicoquímicas deben estar en el rango, deben ser muy similares a las pruebas de los protectores solares que ya se tienen en la empresa, a continuación, se presentan:

- Densidad: 7-8
- pH: 0.8000 g/mL – 1.1000 g/mL
- Viscosidad: 7000 cP – 9000 cP

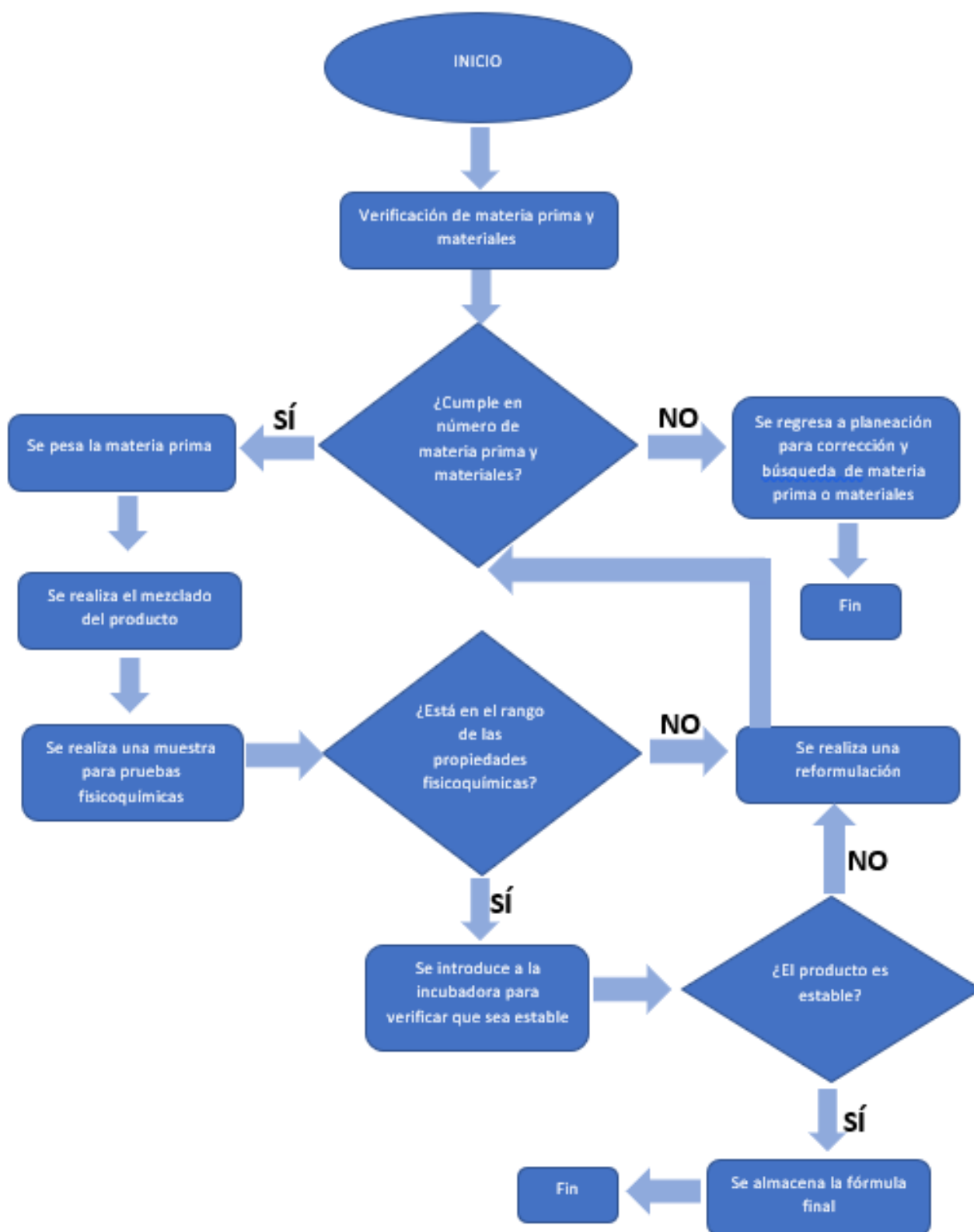
Luego de ello, se deberá meter a una incubadora, que la función de la misma es garantizar la estabilidad del producto terminado en el anaquel.

Si la fórmula no llega a ser estable (esto quiere decir que se llegue a separar la mezcla o que no cumpla con el rango adecuado de las pruebas fisicoquímicas), se tiene que realizar una reformulación, para su posterior ingreso a la incubadora.

Por políticas de la empresa, no se puede revelar las cantidades exactas de cada materia prima, por lo que se agrupará en los siguientes conjuntos:

1. Vehículo de activos (palmitato de isopropilo, estearato de glicerol, aceite de almendras, ácido esteárico, alcohol Cetoestearílico, glicerina)
2. Agua
3. Goma Xantana
4. Cera de candelilla
5. Óxido de zinc
6. Dióxido de titanio con glicerina)
7. Extractos (Extracto de toronja y lichi)
8. Conservador (Etilhexilglicerina y alcohol bencílico)

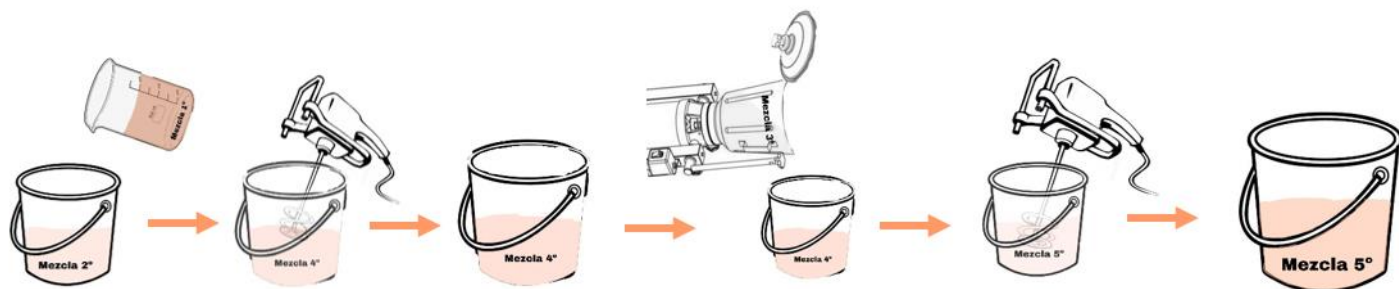
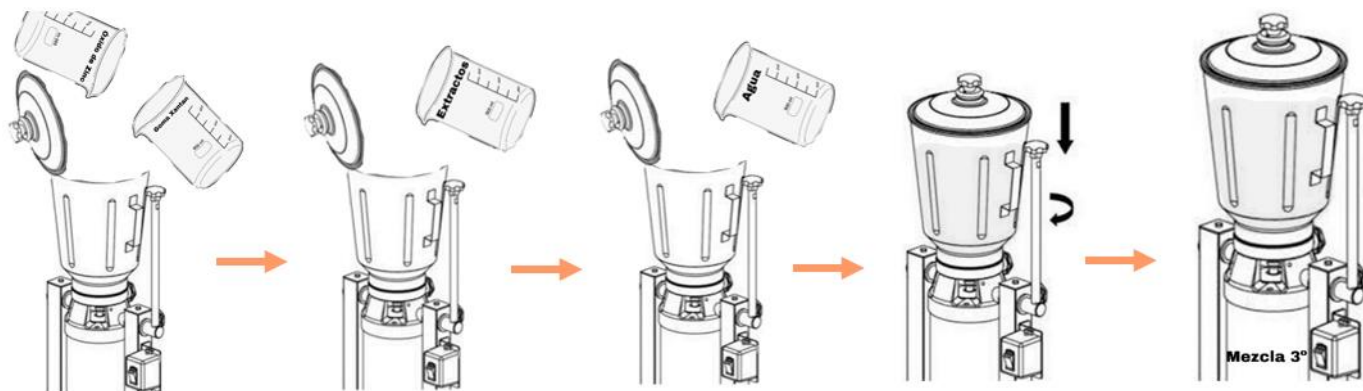
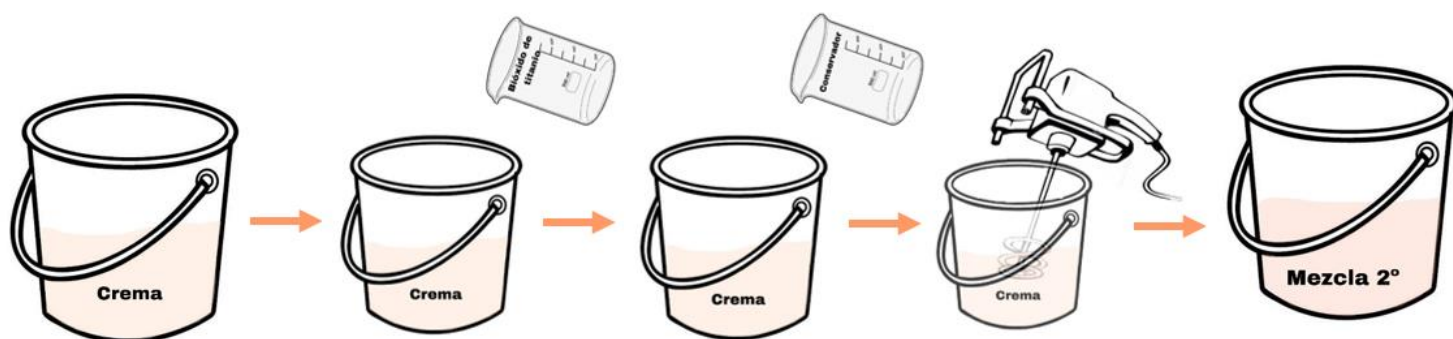
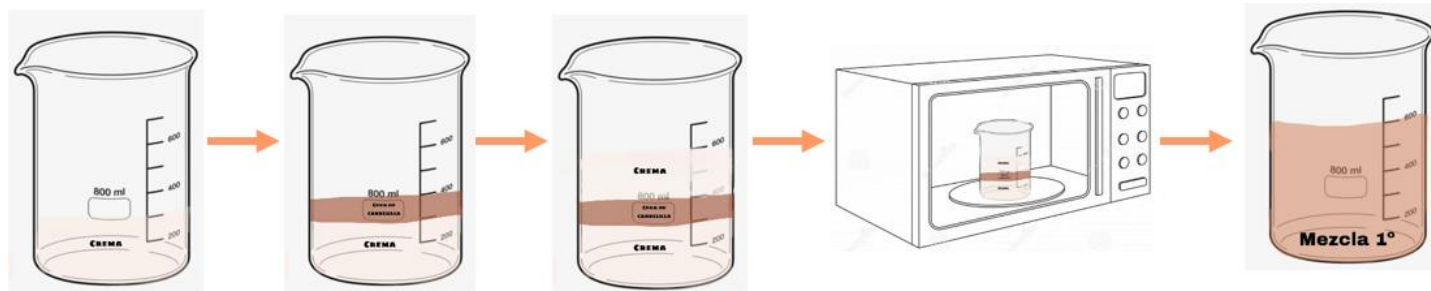
3.5.1 Diagrama de flujo general



3.6 Procedimiento

1. Verificar que el área de fabricación esté limpia y libre de materiales de otros procesos
2. Verificar que los materiales a utilizar estén limpios y debidamente sanitizados
3. Utilizar equipo de protección adecuado (guantes, cubre bocas, bata y zapatos cerrados)
4. Realizar la Mezcla 1: que consta de mezclar una parte del vehículo de activos con cera de candelilla en un vaso de precipitado y calentar en el horno de microondas por 15 min aprox.
5. Realizar la Mezcla 2: que consta de mezclar lo restante del vehículo de activos con el dióxido de titanio con glicerina y el conservador
6. Realizar la Mezcla 3: que consta de utilizar la licuadora industrial para mezclar el óxido de zinc, la goma xantana, los extractos y el agua.
7. Integrar las mezclas 1 y 2 (agitar cuidadosamente) para formar la mezcla 4.
8. Posterior añadir la mezcla 3 (agitar cuidadosamente) a la mezcla 4 para formar la mezcla 5 final.
9. Al observar una mezcla homogénea, tomar una muestra para hacer los respectivos análisis fisicoquímicos y meter a la incubadora.

3.7 Diagrama de flujo de la formulación



CAPITULO 4

NORMAS

Las normas son las que nos rigen para llevar a cabo una acción o en este caso la fabricación de los protectores solares, hay una serie de puntos que se deben cumplir para que este producto pueda ser fabricado. A continuación, se presentan algunas normas, regulaciones y restricciones que se deben tomar en cuenta para la correcta fabricación.

4.1 NOM-141-SSA1/SCFI-2012.

Cada área geográfica del mundo tiene sus peculiaridades en la regulación aplicable, esto depende de los documentos que la respalden. En la mayor parte de los países, se pueden considerar a los protectores solares en la clasificación del rubro de los cosméticos.

Respecto a las normas que se encargan de regularlos, en primera instancia está la NOM-141-SSA1/SCFI-2012. 'Etiquetado de productos cosméticos preenvasados'. El apéndice normativo "A" establece los métodos de referencia para determinar el FPS. Este es el rubro de la eficacia y del alcance de protección, pues en México estos productos deben ofrecer protección UVB y UVA.

También se debe establecer que deben tener un FPS mínimo de 6 para UVB y de 1/3 de este frente a UVA. Además de indicar el nivel de protección que debe figurar como bajo, medio, alto y muy alto.

Como se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 3. Los factores de protección solar y su clasificación en niveles de protección.

Clasificación	Factor de protección solar que se indica en la etiqueta	Factor de protección solar medido	Factor mínimo de protección UVA recomendado	Longitud de onda crítica recomendada
Protección baja	6	6-9.9	1/3 del factor de protección solar que se indica en la etiqueta	370 nm
	10	10-14.9		
Protección media	15	15-19.9		
	20	20-24.9		
	25	25-29.9		
Protección alta	30	30-49.9		
	50	50-59.9		
Protección muy alta	50+	Igual o mayor a 60		

Fuente: NOM-141-SSA1/SCFI-2012

4.1.1 NOM-259-SSA1-2022

La NORMA Oficial Mexicana NOM-259-SSA1-2022, Productos y servicios. Buenas prácticas de fabricación en productos cosméticos, establece los requisitos mínimos necesarios de buenas prácticas para el procesos e importación de los productos cosméticos, destinados al consumidor final en el territorio nacional.

Esta norma entró en vigor en septiembre de 2022, y para el cumplimiento total de la norma se creó un plazo de 180 días a partir de entrar en vigor. Esta norma debe cumplirse de manera obligatoria ya que, pretende dar a conocer una descripción de los requisitos básicos que deben seguir durante el proceso, como son las condiciones que deben cumplir el personal que labora, la producción, el control, el almacenamiento, el empaque, entre otras actividades. Otro de los objetivos de esta norma es garantizar que los productos que se fabrican sean de calidad sanitaria, que puedan ser consumidos con seguridad y que además sean efectivos para las aplicaciones específicas de cada cosmético.

Que uno de los problemas principales es que actualmente no existe una regulación que establezca los puntos básicos de las buenas prácticas de fabricación que deben seguir dichas empresas.

Que esta norma tiene la finalidad de que las empresas tengan como responsabilidad garantizar al consumidor que el producto elaborado no represente riesgo a la salud.

Durante la realización de las pruebas pilotos así como la prueba final de este proyecto se llevó a cabo bajo esta norma, garantizando que sea un producto que pase los filtros de calidad y pueda sin problema ser llevado a un consumidor.

4.1.2 Regulaciones

Las regulaciones son dadas por las normas de cada país, estas nos ayudan a conocer cuál es la cantidad máxima permitida de protectores físicos y químicos para usar en las formulaciones y que puedan ser elaborados y no sancionadas por no cumplir con la cantidad permitida.

A continuación, se muestra un recopilado de los diferentes protectores químicos y físicos y lo máximo permitido (% en peso) en diversos países.

Tabla 4. Comparativo de filtros químicos y físicos máximos permitidos en algunos países.

ACTIVO	EUROPA	MÉXICO	ESTADOS UNIDOS	CANADÁ	JAPÓN			ASEAN [1]	CHINA
					Rinse-off	Leave-on	Mucous membranes		
Octocrylene	10.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Butyl Methoxydibenzoylmethane	5.0	5.0	3.0	3.0	10.0	10.0	10.0	5.0	5.0
Ethylhexyl Salicylate	5.0	5.0	5.0	5.0	10.0	10.0	5.0	5.0	5.0
Homosalate	10.0	10.0	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid	8.0	8.0	-	-	3.0	3.0	-	8.0	8.0
Disodium Phenyl Dibenzenimidazole Tetrasulfonate	10.0	10.0	-	-	-	-	-	10.0	10.0
Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine	10.0	10.0	-	-	3.0	3.0	-	10.0	10.0
Benzophenone-3	6.0	10.0	6.0	6.0	100.0	5.0	5.0	10.0	10.0
Ethylhexyl Methoxycinnamate	10.0	10.0	7.5	7.5	20.0	20.0	8.0	10.0	10.0
Isoamyl p-methoxycinnamate	10.0	10.0	-	-	-	-	-	10.0	10.0
4-Methylbenzylidene Camphor	4.0	4.0	-	4.0	-	-	-	4.0	4.0

[1]ASEAN= Brunei Darussalam, Cambodia, Indonesia, Laos, Malaysia, Myanmar, Philippines, Singapore, Thailand, Vietnam.

Fuente: Chemico especialidades químicas

4.1.3 Restricciones

Las restricciones corren a cargo del **ACUERDO por el que se determinan las sustancias prohibidas y restringidas en la elaboración de productos de perfumería y belleza DOF: 21/05/2010**, en la que se mencionan las sustancias que no se pueden usar, así como el máximo permitido de las sustancias en el ramo de los protectores solares, en este acuerdo también se incluye el nombre químico o sinónimos de la materia prima a utilizar, el nombre común y las condiciones de uso que dan un margen de utilización. Para efectos de este Acuerdo, se entiende por:

Colorantes, material que imparte color a otro material o mezcla elaborado por un proceso de síntesis o similar; por extracción o por separación, obtenido de una fuente animal, vegetal o mineral y que posteriormente se ha sometido a pruebas fehacientes de seguridad que lo liberan para su uso en alimentos y en productos de perfumería y belleza o en alguna parte de ellos y que directamente o a través de su reacción con otras sustancias es capaz de impartir el color que le caracteriza.

Conservador, sustancia o mezcla de sustancias que inhibe el desarrollo de microorganismos en el producto.

Sustancias para protección solar, aquéllas destinadas a filtrar ciertos rayos UV a fin de proteger la piel de los efectos potencialmente dañinos de tales rayos.

Sales: las sales de cationes sodio, potasio, calcio, magnesio, amonio y etanolaminas; de aniones cloruro, bromuro, acetatos y sulfatos.

Esteres: los ésteres de metilo, etilo, propilo, isopropilo, butilo, isobutilo y fenilo.

Cuando se llevó a cabo la formulación del protector solar biodegradable se tomó en cuenta los máximos permitidos de cada materia prima a utilizar y con eso nos basamos para poder hacer la formulación principal, variando las cantidades que no tienen un máximo establecido.

Este acuerdo es uno de los documentos más específicos que existen y por ende es el que rigen la venta o distribución, así como la fabricación de productos cosméticos y/o de belleza.

Algunos ejemplos se muestran a continuación:

Tabla 5. Máximos permitidos (% en peso) de sustancias utilizadas como protectores solares.

Nombre común	Nombre químico y sinónimos	Concentración máxima permitida (% en peso)	Condiciones de uso
Alcohol bencílico	Bencenometanol Fenilcarbinol Fenilmetanol Fenilmetil alcohol a-toluenol	1.0	Para todo tipo de productos

Sólo se permite el empleo de las siguientes sustancias para fines de protección solar.

Nombre común	Nombre químico y sinónimos	Concentración máxima permitida (% en peso)
1. Ácido benciliden alcanfor sulfónico y sus sales	Ácido alfa-(oxo-2-borniliden-3)-toluen-4-sulfónico	6,0 Expresado como ácido.
2. Ácido Fenilbencimidazol sulfónico y sus sales de sodio, potasio y de trietanolamina	Ácido 2-fenilbencimidazol-5-sulfónico Ácido fenilbencimidazol sulfónico Fenilbencimidazol sulfónico ácido Ensulizole Ácido 2-fenilbencimidazol-5-sulfónico 2-Fenil-5-sulfobencimidazol Fenilbencimidazol sulfonato de sodio	8,0 Expresado como ácido.
3. Ácido tereftaliliden dicanf (or sulfónico) y sus sales	Ácido 3,3'-(1,4-fenilendimetiliden)bis(7,7-dimetil-2-oxo-biciclo-2,2,1) hept-1-il metansulfónico)	10,0 Expresado como ácido.
4. Antranilato de mentilo	Ácido antranílico, p-ment-3-il éster Ciclohexanol, 5-metil-2-(1-metiletil)-, 2-aminobenzoato Mentol antranilato Mentil o-aminobenzoato Meradimato 5-Metil-2-(1-metiletil)ciclohexanol-2-aminobenzoato	5,0
5. 3-benciliden alcanfor	2-Bornanona, 3-Bencilideno 1,7,7-Trimetil-3-(fenilmetileno) Biciclo[2.2.1]Heptan-2-ona	2,0
6. Benzofenona-1	2, 4 -Bidroxibenzofenona	5,0

	<p>Benzoresorcinol 4-Benzoil resorcinol (2,4-dihidroxifenil)fenil metanona</p>	
7. Benzofenona-3	<p>2-Hidroxi-4-metoxibenzofenona oxibenzona Ácido 2-benzoil-5-metoxifenol 2-Hidroxi-4-metoxi-benzofenona (2-hidroxi-4-metoxi-fenil) fenilmetanona Oxibenzona Metanona (2-hidroxi-4- metoxifenol)fenil oxibenzona</p>	10,0
8. Benzofenona-4	<p>Ácido 5-benzoil-4-hidroxi-2-metoxi- bencensulfónico Ácido 2-hidroxi-4- metoxibenzofenona-5-sulfónico Sulisobenzona 1-Fenol-4-ácido sulfónico, 2-benzoil- 5-metoxi</p>	5,0 Expresado como ácido.
9. Benzofenona-5	<p>Sal monosódica del Ácido 5-benzoil- 4-hidroxi-2- metoxi-bencensulfónico Sal monosódica del ácido 2-hidroxi-4- metoxibenzofenona-5-sulfónico Sufonato sódico de hidroximetoxibenzofenona Sulisobenzona sódica</p>	5,0 Expresado como ácido.
10. Benzofenona-8	<p>2,2'-Dihidroxi-4-metoxibenzofenona Dioxibenzona (2-Hidroxi-4-metoxifenil)-(2- hidroxifenil) metano</p>	3,0
11. Bis-etilhexil oxifenol metoxifenil triazina (BEMT)	<p>(1,3,5)- Triazina 2,4 bis ([4-(2-etil- hexiloxi)-2-hidroxi] fenil)- 6-(4-metoxifenilo)</p>	10,0
12. Bisimidasilato	<p>Sal monosódica del ácido 2-2'-bis- (1,4-fenilen)-1H- bencimidazol-4,6-disulfónico</p>	10,0 Expresado como ácido.
13. Bornelona o Bormelona	<p>5-(3,3-dimetil-2-norbornilideno)-3- penten-2-ona Absorbedor 4 UV</p>	3,0
14. Butil metoxidibenzoil metano	<p>1-(4-ter-butil-fenil)-3-(4- metoxifenil)propano-1,3-diona 1-[4-(1,1-Dimetiletil)fenil]-3-(4- metoxifenil)-1,3-propanodiona</p>	5,0

	Avobenzona	
15. Cinoxato	2-Etoxietil-p-metoxicinamato Fiazol	3,0
16. Dietilamino hidroxibenzoil hexil benzoato	Ácido benzoico -2[-4-(dietilamino)-2-hidroxibenzoil]-hexilester	10,0
17. Dietilhexil butamido triazona	Diocetilbutamido triazona Ácido benzoico 4,4-((6-((1,1-dimetiletil)amino)carbonil)fenil)amino)1,3,5-triazina-2,4-diil)diimino)bis-,bis(2-etilhexil)ester) Diocetil butamido triazona	10,0
18 Dimeticodietilbenzal-malonato	Dimeticona dietilbencilideno malonato Dimeticona dietilmalonilbenzilideno Oxipropeno Polisilicon 15	10,0
19. Dióxido de titanio	Dióxido de titanio	25,0
20. Etilhexil dimetil PABA	Padimato O 4-Dimetil-amino-benzoato de etil-2-hexilo Octil dimetil PABA 2-Etilhexil p-dimetilamino benzoato	8,0
21. Etilhexil metoxicinamato	2- Etilhexil p- metoxicinamato Metoxicinamato de etilhexilo Ester 2-etilhexílico del ácido 3-(4-metoxifenil)-2-propenoico Metoxicinamato de octilo 4-Metoxicinamato de 2-etilhexilo Octinoxato 4-Metoxicinamato de octilo 2- Etilhexil 4- metoxicinamato	10,0
22. Etilhexiltriazona	2,4,6-Trianilino-(p-carbo-2'-etilhexil-1'-oxi)-1,3,5 triazina Octal triazona	5,0
23. Gliceril PABA	1-(4-aminobenzoato) 1,2,3-propanotriol Glicerol 1-(p-Aminobenzoato) Gliceril p-aminobenzoato Gliceril Paraaminobenzoato Lisadimato 1,2,3-Propanetriol 1-(4-Aminobenzoato)	5,0 Debe estar exento de benzocaína.

24. Homosalato	2-Hidroxibenzoato de 3,3,5-trimetil ciclohexilo Salicilato homomentílico Salicilato de homomentilo 3,3,5-Trimetilciclohexil 2-hidroxibenzoato Salicilato de metahomentilo Ácido benzoico, 2-Hidrox-, 3,3,5-Trimetilciclohexil ester	10,0
25. Isoamil p-metoxicinamato	4-Metoxicinamato de isopentilo Amiloxato Isoamil 2-(4-metoxifenil)-2-propenoato	10,0
26. Metilen-Bis-benzotriazolil tetrametilbutilfenol (MB BT)	2,2'-Metilen bis (6-(2H-benzotriazolil-2-il) -4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenol) 2,2'-Metilen bis[4-(1,1,3,3-Tetrametilbutil)-6-(2H-Benzotriazol-2-il)fenol]	10,0
27. 4-Metilbenciliden alcanfor	3-(4-Metilbencilideno)-d-I alcanfor 4-Metilbencilideno alcanfor 1,7,7-Trimetil-3-[(4-metilfenil) metilen] biciclo [2.2.1] heptan-2-ona	4,0
28. Metosulfato de alcanfor benzalconio	Sulfato de metilo de N,N,N-trimetil-(oxo-2 bornilideno-3) metil] -4- anilinio Metil N,N,N-trimetil-4[(4,7,7-trimeti-3-oxobiciclo[2,2,1]hept-2-iliden)metil]sulfato de anilina N,N,N-Trimetil-4-(2-oxoborn-3-ilidenmetil) sulfato de metil anilina	6,0
29. Octocrileno	2-Etilhexil-2-ciano-3,3-difenilacrilato Ester 2-etilhexílico del ácido 2-ciano-3,3-ácido difenilacrílico 2-Ciano-3,3-difenil-ácido acrílico, 2-etilhexil éster 2-Etilhexil 2-ciano-3,3-Difenil-2-propenoato 2-Etilhexil 2-ciano-3-fenilcinamato Absorbedor 3 UV	10,0
30. Óxido de zinc	Óxido de zinc	25,0
31. PEG-25 PABA	Etil-4-aminobenzoato etoxilado Polietilenglicol 25 PABA Polietilen glicol (25) PABA Polioxietilen (25) PABA	10,0

32. Poliacrilamidom etil benciliden alcanfor	Polímero de N-((2,4)-[(2-oxoborn-3-ilideno)metil]-bencil)acrilamida	6,0
33. Salicilato de isopropil bencilo	Salicilato de 4-isopropilbencilo 4-Isopropilbencil salicilato Isopropilbencilsalicilato	4,0
34. Salicilato de etilhexilo	2- Etilhexil salicilato Octisalato Salicilato de octilo 2-Etilhexil 2-Hidroxibenzoato Etil hexil salicilato (RIFM) Octil salicilato	5,0
35. Salicilato de TEA	TEA salicilato Acido benzoico, 2-Hidroxi-, Compuesto con 2,2',2"- Nitrilotris[Etanol] (1:1) 2-Acido hidroxibenzoico, Compuesto con 2,2',2"-Nitrilotris[Etanol] (1:1) Salicilato de trietanolamina Salicilato de trolamina	12,0
36. Trisiloxano de drometrizola	Drometrizola trisiloxano 2-(2H-benzotriazol-2-il)-4-metil-6-(2- metil-3-(1,3,3,3-tetrametil-1- (trimetilsilil)oxi)-disiloxanil) propil) fenol	15,0

Fuente: ACUERDO por el que se determinan las sustancias prohibidas y restringidas en la elaboración de productos de perfumería y belleza. DOF: 21/05/2010

CAPITULO 5

DISEÑO DEL PROCESO

En este punto del proyecto, se mostrará la formulación que se realizó para llevar a cabo la fabricación del protector solar además del paso a paso de la elaboración del protector solar biodegradable, así como la apariencia final del mismo.

5.1 Formulación

En la siguiente tabla se concentran las 4 formulaciones a realizar permitidas por la empresa, debido a que las materias primas son difíciles de conseguir en cantidades muy pequeñas por lo que las muestras otorgadas para realizar estas pruebas pilotos se deben cuidar al máximo.

Tabla 6. Formulaciones realizadas para la elaboración de un protector solar biodegradable (% en peso).

Materias primas	T1	T2	T3	T4
Palmitato de isopropilo, estearato de glicerol, aceite de almendras, ácido esteárico, alcohol Cetoestearílico, glicerina	69.5 %	70.5 %	71.5 %	74.5 %
Dióxido de Titanio	8 %	8 %	8 %	8 %
Óxido de Zinc	4 %	4 %	4 %	4 %
Agua	9 %	9 %	8 %	6 %
Extractos de toronja y extracto de lichi	4.5 %	4.5 %	4.5 %	4.5 %
Cera de candelilla	1 %	1 %	1 %	1 %
Goma Xantana	3 %	2 %	2 %	1 %
Etilhexilglicerina y Alcohol bencílico	1 %	1 %	1 %	1 %
	100%	100%	100%	100%

Como se puede observar en la tabla anterior se realizaron 3 tratamientos (pruebas) para llegar al tratamiento 4 que es el definitivo.

Los siguientes tratamientos fueron realizados en escala piloto para su posterior replica a una escala industrial.

Figura 6. Tratamientos dentro de la incubadora



El tratamiento 1 no cumplía con el rango establecido de viscosidad, además de que al dejarlo en estabilidad éste logró volverse muy viscoso al grado de verse con la apariencia de un chicle.

El tratamiento 2 no cumplía con las pruebas fisicoquímicas, por ende, no estaba dentro del rango ya que la densidad estaba muy baja, y al meter a estabilidad, este logró separarse y notar una capa delgada de agua.

El tratamiento 3 no cumplía con el rango de pH, se pasaba por un poco, aunque al meterlo a estabilidad si se mantenía en condiciones óptimas.

Siendo el Tratamiento 4 el definitivo, ya que cumple con la estabilidad dentro de la incubadora, por lo tanto, no se separan las capas; las pruebas fisicoquímicas están dentro del rango:

- Densidad: 0.9845 g/mL
- pH: 7.6
- Viscosidad: 7400 cP

5.2 Elaboración del prototipo

Cabe aclarar que el paso a paso que a continuación se muestra es la prueba final que fue sometida a estabilidad y a los análisis correspondientes para su próxima distribución.

Cabe mencionar que todas las materias primas que se utilizaron son conseguidas con el proveedor de la empresa, quien nos brinda sus debidos certificados de calidad que avalan que nos está entregando un buen producto y que cumple con las reglas sanitarias para su venta.

Como primer paso, para la elaboración del protector solar biodegradable se tiene que tomar en cuenta que ya es la formulación final, por lo tanto, el producto que queremos obtener en este paso es de una cantidad aproximada de 18 kg.

Se realizan dos mezclas de manera simultánea.

La primera elaboración comienza con poner en un vaso de precipitado una capa del vehículo de activos (en consistencia de crema), luego de ello añadir la cantidad correspondiente de cera de candelilla y finalizar con una capa más de vehículo de activos; visualmente se tiene que ver en forma de sándwich, este paso se realiza para disolver la cera de candelilla.

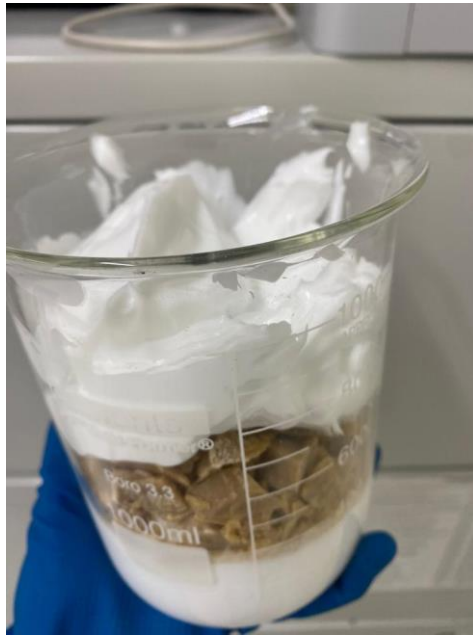
Figura 7. Vehículo de activos en un vaso de precipitado



Figura 8. Cera de candelilla dentro de un vaso con vehículo de activos



Figura 9. Vaso de precipitado con vehículo de activos y cera de candelilla



Posteriormente se mete el vaso de precipitado al horno de microondas, en intervalos de 5 min cada uno, y cada 5 min sacar el vaso con mucho cuidado y mezclar para que se vaya disolviendo de manera correcta; es importante realizarlo de esa manera para evitar que la cera se queme y nos otorgue un olor desagradable, además de que, si se mete de manera corrida al horno de microondas, la mezcla puede rebalsar y se logra perder por completo ya que se contamina la mezcla.

Figura 10. Vaso de precipitado con vehículo de activos y cera de candelilla en un horno de microondas



Al final se obtiene una mezcla homogénea a la que llamaremos MEZCLA 1, reservamos unos segundos sin dejar enfriar por completo ya que sino al integrarlo a la MEZCLA 2 se formarían grumos.

Figura 11. Mezcla 1 homogénea de cera de candelilla y vehículo de activos



La segunda elaboración comienza poniendo en un recipiente la cantidad de vehículo de activos restante, se añade además el dióxido de titanio.

Figura 12. Vehículo de activos (en consistencia cremosa)



Figura 13. Dióxido de titanio con vehículo de activos



Después añadir el conservador y se procede a llevar al mezclador que nos permitirá homogenizar la mezcla con ayuda de las aspas cortadoras de acero inoxidable de grado alimenticio.

Figura 14. Conservador con Vehículo de activos y dióxido de titanio



Figura 15. Mezcladora industrial utilizada



Se obtiene una mezcla homogénea a la que llamaremos MEZCLA 2 y se reserva.

Figura 16. Mezcla de vehículo de activos con conservador y dióxido de titanio



La tercera elaboración consta de introducir a una licuadora industrial la cantidad requerida de goma xantan, la cantidad requerida de los extractos y la cantidad requerida del agua purificada.

Figura 17. Goma xantan y óxido de zinc en una licuadora industrial



Figura 18. Agua y extractos en una licuadora industrial



Mezclar entre 5-8 min dependiendo, verificar si la goma ya está hidratada, de ser así ya tendremos la MEZCLA 3.

Figura 19. Licuadora industrial con goma xantán, óxido de zinc, agua y extractos



Figura 20. Mezcla 3 de goma xantán, óxido de zinc, agua y extractos



Lo que resta es añadir la mezcla 2 a la mezcla 1 y utilizar la mezcladora para homogenizar y verificar que no se formen grumos. Así se formará la mezcla 4

Figura 21. Vaso de precipitado con la mezcla 1



Figura 22. Mezcla 4, que contiene la mezcla 1 y mezcla 2



Después vaciar la mezcla 3 a la mezcla 4, utilizar la mezcladora para homogenizar y verificar que se haya integrado bien la mezcla 3. Así quedará lista la mezcla 5 que será la final.

Figura 23. Mezcla 3 a la mezcla 4



Figura 24. Mezcla 5, que contiene mezcla 3 y 4



La apariencia física final es la siguiente:

Figura 25. Apariencia final de la Mezcla obtenida



Está en el rango de las pruebas fisicoquímicas, y su formato de análisis se encuentra en el anexo A.

Se procede a meter el resultado a estabilidad para verificar que todo esté en orden.

Figura 26. Producto obtenido en estabilidad



5.3 Métodos para determinar la calidad del protector solar

Para asegurar la calidad del protector biodegradable se ha considerado necesario realizar distintas pruebas con la finalidad de poder producir un producto con alta confiabilidad y calidad, de manera que cumpla con las expectativas tanto de mis jefes inmediatos como de manera personal.

5.3.1 Pruebas cualitativas

Se realizaron dos pruebas cualitativas que ayudarán a conocer la calidad del protector biodegradable. Ambas pruebas se realizan a cargo de un laboratorio externo a la empresa, el cual por medio de una prueba in vitro determina si existe alguna irritación dérmica y por medio de una prueba in vivo determina el factor de protección solar.

5.3.1.2 Prueba in vivo

Figura 28. Reporte de resultados analíticos de prueba in vivo

REPORTE DE RESULTADOS ANALÍTICOS:

CLIENTE: SNS COSMÉTICOS NATURALES S.A. DE C.V.

DOMICILIO: PROL. PINO SUAREZ No. 1874-A COL. EL VIGIA CP. 45140, ZAPOPAN, JAL.

MUESTRA: PROTECTOR SOLAR BIODEGRADABLE

ANÁLISIS: FACTOR DE PROTECCIÓN SOLAR *In Vivo* (COLIPA)
NOM-141-SSA1/SCFI-2012

FECHA DE RECEPCIÓN: 28.10.22 **No. LOTE:**

FECHA DE ANÁLISIS: 07.11.22 **CÓDIGO:**

FECHA DE EMISIÓN: 17.11.22 **REQ. ANAL.:**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	MÉTODO
01. Factor de protección solar (<i>In vivo</i>)	39,3 (promedio con I.C.± 2.2%)	ISO 24444:2010 COLIPA 2006

OBSERVACIONES: Las determinaciones del FPS en 20 panelistas voluntarios sanos produjeron resultados comparables a los de una protección solar a la radiación UVA/UVB. Se adjunta el sustento técnico en apego con el protocolo de la COLIPA.

REFERENCIAS: COLIPA. CTFA-SA JCIA, CTFA (2006) International Sun Protection Factor (SPF) Test Method. The European Cosmetic, Toiletry and Perfumery Association – COLIPA ISO 24444:2010. Cosmetics Sun Protection test methods – In vivo determination of the Sun Protection Factor (SPF) NOM-141-SSAI/SCFI-

Fuente: Convenio del laboratorio de la empresa

La anterior prueba se realizó con el objetivo de comprobar la efectividad del FPS declarado contra un estándar equivalente en un grupo de panelistas sanos (que fueron 20 voluntarios), con Fototipos I a III conforme a lo establecido por el método COLIPA, usando un simulador solar y con una fórmula de cálculo se determinó el FPS.

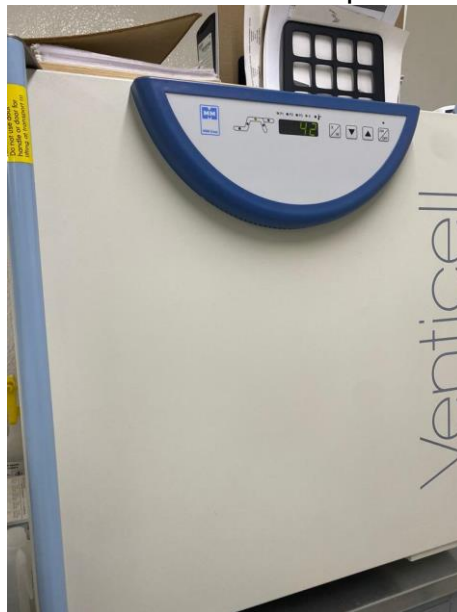
5.3.2 Incubadora

Las incubadoras de laboratorio se utilizan mucho para aplicaciones de biología, como por ejemplo para cultivos celulares y de tejidos, para estudios farmacéuticos y hematológicos, para estudios bioquímicos, procesamiento de alimentos y aireación de células, también se utiliza para estudios animales, estudios de solubilidad y de fermentación como también para cultivos de bacterias.

Existen incubadoras que tienen la capacidad de controlar temperaturas extremadamente bajas (incubadoras microbiológicas), humedad y niveles de dióxido de carbono (incubadoras para cultivos celulares). Las incubadoras microbiológicas se usan principalmente en el crecimiento y almacenamiento de cultivos bacterianos a temperaturas entre 5 y 37°C. Por su parte las incubadoras para cultivo celular trabajan a temperatura de 37°C, simulando las condiciones de la temperatura corporal.

La incubadora que se maneja en el laboratorio de la planta es marca VENTICELL que nos ayuda a conocer la estabilidad que tendrá el producto, ya que se ajusta a una temperatura alta para que simule la vida del producto en el anaquel y poder deducir la caducidad del producto.

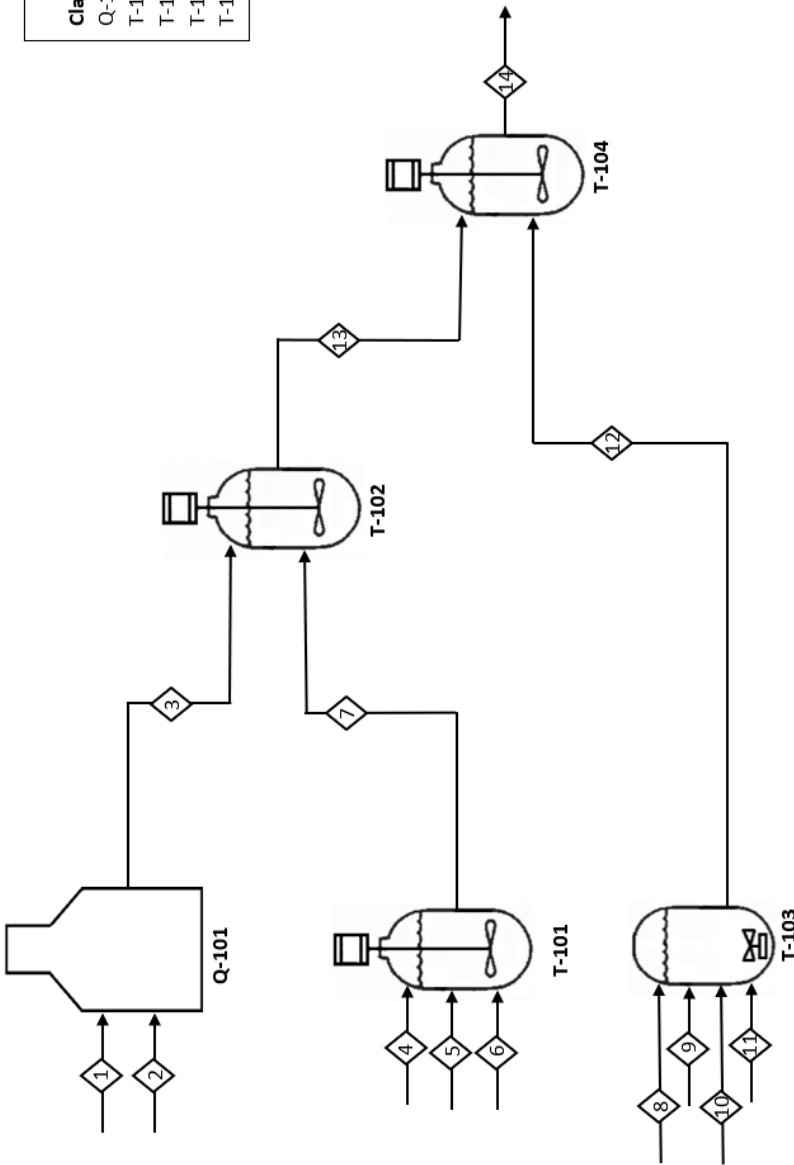
Figura 29. Incubadora utilizada para estabilidad



Fuente: Empresa Seasons Love Your Skin

5.4 Diagrama de proceso

Lista de equipos	
Clave	Servicio
Q-101	Horno
T-101	Tanque de mezclado
T-102	Tanque de mezclado
T-103	Licuadora industrial
T-104	Tanque de mezclado



Balance de materia

Sustancia	Unidades	T °C	Corrientes																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
Fración peso																			
a: Vehículo de activos	Kg/h	20	1		*	1												*	*
b: cera de candelilla	Kg/h	25		1	0.047													0.012	0.01
c: dióxido de titanio	Kg/h	20				1												0.094	0.08
d: conservador	Kg/h	20					1	*										*	*
e: goma xantán	Kg/h	20							1					*				*	*
f: extractos	Kg/h	25								1				*				*	*
g: agua	Kg/h	25												*				*	*
h: óxido de zinc	Kg/h	25													1	0.258			0.04
P	atm		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T	°C		20	25	70	20	20	20	20	20	20	20	25	25	35	35	25	25	35

*son datos confidenciales que por políticas de la empresa no deben ser revelados.

REVISIONES		NUM.	APROBADO POR:		DIBUJO DE REFERENCIA		INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ		ELABORADO POR:		DIAGRAMA DE PROCESO		
MCA	FECHA		Va.	Bo.					OCAMPO RUIJZ	ODALIS DE JESUS	Proy. N°	Plano N° 2	REV
											Lugar:	Zapopan, Jalisco.	
								Enero 2023					

5.4.1 Balance por componentes y comprobación

$$F_1 + F_2 + F_4 + F_5 + F_6 + F_8 + F_9 + F_{10} + F_{11} = F_3 + F_7 + F_{12} = F_{12} + F_{13} = F_{14}$$

b:

$$F_2 * b = F_3 * b = F_{13} * b = F_{14} * b$$

$$F_2(1) = F_3(0.047) = F_{13}(0.012) = F_{14}(0.01)$$

$$0.180 (1) = 3.780 (0.047) = 15.210 (0.012) = 18.000 (0.01)$$

$$0.180 = 0.180 = 0.180 = 0.180$$

c:

$$F_5 * c = F_7 * c = F_{13} * c = F_{14} * c$$

$$F_5(1) = F_7(0.126) = F_{13}(0.094) = F_{14}(0.08)$$

$$1.440 (1) = 11.430 (0.126) = 15.210 (0.094) = 18.000 (0.08)$$

$$1.440 = 1.440 = 1.440 = 1.440$$

h:

$$F_{11} * h = F_{12} * h = F_{14} * h$$

$$F_{11}(1) = F_{12}(0.258) = F_{14}(0.04)$$

$$0.720 (1) = 2.790 (0.258) = 18.000 (0.04)$$

$$0.720 = 0.720 = 0.720$$

Corriente	Masa de entrada
F_1	3.600 kg/h
F_2	0.180 kg/h
F_3	3.780 kg/h
F_4	9.810 kg/h
F_5	1.440 kg/h
F_6	0.180 kg/h
F_7	11.430 kg/h
F_8	0.180 kg/h
F_9	0.810 kg/h
F_{10}	1.080 kg/h
F_{11}	0.720 kg/h
F_{12}	2.790 kg/h
F_{13}	15.210 kg/h
F_{14}	18.000 kg/h

Para poder comprobar que el balance de materia se ha realizado de manera correcta se procede a realizar el cálculo de la masa que entra en el proceso para poder comparar con el valor de salida. De esta manera se demuestra que la entrada es igual a la salida y por lo tanto que el balance se ha realizado de manera exitosa. Se realiza lo que se denomina balance global del sistema:

Corrientes de entrada	Cantidad Kg/h
1	3.600
2	0.180
4	9.810
5	1.440
6	0.180
8	0.180
9	0.810
10	1.080
11	0.720
Total:	18.000

Corrientes de salida	Cantidad Kg/h
14	18.000
Total:	18.000

5.5 Técnica utilizada

La técnica que utilizamos para la realización de la formulación es la de prueba y error, es una técnica exploratoria de resolución de problemas cercana al método empírico de las ciencias fácticas. Que consiste en la elección y prueba de un conjunto de posibles soluciones. La efectividad va a depender de la elección del conjunto adecuado y del orden de verificación, siendo su principal limitación el esfuerzo, recursos y tiempo requerido para efectuar las pruebas.

Para poder llevar a cabo el experimento se lleva de la mano las normas, regulaciones y restricciones, mediante esos documentos y los acuerdos, teniendo en cuenta las materias primas a utilizar y revisando en los ya mencionados documentos se puede ir verificando el máximo permitido de cada materia prima y poder deducir la cantidad necesaria de cada materia prima para que pueda llegar a la estabilidad.

Es muy importante mencionar que esa es la manera que se tiene de trabajo en la empresa, ya que se realizan cientos de pruebas piloto de productos a producir.

La técnica consta de:

Seleccionar un conjunto de posibles resultados que se esperan basándonos en los rangos que queremos que tenga el protector solar biodegradable.

Conocer la probabilidad de ocurrencia y ordenar los posibles resultados que queremos obtener en orden decreciente de probabilidad.

Probar la primera posible formulación y se verifica si cumple con lo requerido.

Si no cumple, realizar una reformulación y probar la siguiente y así sucesivamente hasta encontrar una solución o agotar las opciones.

CONCLUSIONES

Los filtros físicos utilizados, el uso de materias primas orgánicas que aporten beneficios a la piel para dar un plus a la formulación y el no llegar a la estabilidad tan rápido como se deseaba asegura lo dicho por Advertorial, P 2020, quién menciona los retos que conlleva realizar protectores solares que no sean de base química.

Lo que pudimos observar al realizar las diferentes formulaciones hasta encontrar la estabilidad, es conocer que materias primas reaccionan entre sí y cuales no, que filtros físicos dan mayor capacidad de protección, que componentes orgánicos son más efectivos; afirmando lo mencionado por Fernández, A 2020, quién comparó trabajos de la actualidad con los de dos décadas atrás contrastando los avances que se han tenido acerca de los protectores solares y como las formulaciones han ido variando.

Las pruebas in vivo e in vitro realizadas a la fórmula final del protector biodegradable son las más usadas y con mayor efectividad, así pudimos conocer la protección solar que tiene, afirmando lo dicho por Ávalos, J 2018.

El objetivo general del presente trabajo se logró, consistió en adaptar la tecnología del protector solar biodegradable a una fórmula existente de un protector solar químico en la empresa, haciendo las variaciones correspondientes para que pudiera entrar en el rango preestablecido y que cumpliera con la estabilidad para asegurar que el producto no va a llegar a sufrir algún cambio por lo menos dentro de su rango de caducidad, además de que se cuenta con múltiples beneficios que se aportan con los extractos que se incluyeron, contribuyendo a que mientras uses el producto tu piel se vea beneficiada y visiblemente más hidratada, aportando suavidad.

Este trabajo garantiza que se tomaron en cuenta las normas, regulaciones y restricciones que rigen el área de cosméticos y belleza, así como las pruebas realizadas al protector solar biodegradable han sido un soporte en cuanto a los requerimientos del jefe a cargo de la empresa, además de que se garantiza la protección y cuidado de la piel para evitar efectos secundarios.

Se pudo garantizar que el producto final es de calidad ya que se realizaron dos pruebas: in vivo e in vitro; las cuales determinaron el fps del producto y si está ausente de irritación dérmica respectivamente, esto mediante un reporte de resultados analíticos a cargo de un laboratorio con el cual la empresa tiene convenio.

Este resultado beneficia de manera considerable, debido a que, el factor de protección solar (fps) obtenido fue 39.3 y según la NOM-141-SSA1/SCFI-2021 nos dice que se clasifica en protección alta, cabe recordar que, ya no existe el fps 60, 70 u 80, sino que se clasifica como 50+ al fps igual o mayor a 60.

Evidentemente todos los seres humanos debemos poner de nuestra parte para que se logre un cambio significativo, sin embargo, la realización de este proyecto me permite brindar una alternativa para cuidar un poco al ecosistema marino.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS

Este proyecto realizado que pertenece al semestre de residencias profesionales me permitió reafirmar los conocimientos que adquirí durante mi formación en la carrera de ingeniería química, demostrando de esta manera la capacidad de implementar y analizar las estrategias para seguir en mi formación.

Fui capaz de aplicar todas las habilidades que adquirí en mi estancia por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, por ejemplo: las aprendidas en la materia de laboratorio que me permitieron saber usar los instrumentos que ahí habían, las competencias aprendidas en la materia de fisicoquímica para realizar las pruebas necesarias a cada fórmula terminada y conocer su estabilidad, lo aprendido en la materia de balance para realizar los balances de materia, lo aprendido en la materia de seminario de diseño de plantas para realizar el diagrama de procesos así como el plano de arreglo general de la planta, lo aprendido en la materia de taller de investigación y metodología de la investigación, ya que me ayudó a saber cómo realizar la investigación, que pasos seguir y la estructura de un informe.

Sin embargo, no todo el crédito es mío, en todo momento tuve a un asesor externo dentro de la empresa que me brindó todas las herramientas y consejos que me ayudaron a llevar a cabo la realización de este trabajo.

Pude estar y conocer de cerca todos los procesos que se realizan en la empresa, las normas por las que se rigen, los productos que ahí se realizan, las pruebas que se le hacen a cada producto, su sistema de calidad, además de poner en práctica la responsabilidad de llevar a cabo un proyecto que beneficia tanto a mí como a la sociedad.

Agradezco a la empresa por brindarme la oportunidad de estar ahí y contribuir a mi formación como futuro profesionalista.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Procuraduría Federal del Consumidor. (s/f). Protectores solares. Comparativo de precios. gov.mx. Recuperado el 21 de septiembre de 2022, de <https://www.gob.mx/profeco/documentos/protectores-solares-comparativo-de-precios>

Garay, C. C. (2022). ¿Qué impacto tienen las cremas solares en los ecosistemas? National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2022/04/que-impacto-tienen-las-cremas-solares-en-los-ecosistemas>

De la Barrera (Scidev.net), N. (2021). Los arrecifes de coral del Caribe mexicano, en riesgo por las cremas solares. Ediciones EL PAÍS S.L. <https://elpais.com/ciencia/2021-08-21/los-arrecifes-de-coral-del-caribe-mexicano-en-riesgo-por-las-cremas-solares.html>

Esponda, S. M. (2020). ¿Cómo afectan los protectores solares al medioambiente? The Conversation. <http://theconversation.com/como-afectan-los-protectores-solares-al-medioambiente-137802>

Hernández, J. J. C. (Ed.). (2021). COVID-19 y percepción del medio marino o de cómo una pandemia viral puede acarrear una epidemia de optimismo ambiental (Número 12). Revista de la sociedad atlántica de Oceanógrafos, OKEANOS.

Advertorial, P. M. (2022, abril 26). Retos y soluciones para formular protectores solares altamente efectivos con filtros minerales. Perfumería Moderna. <https://www.perfumeriamoderna.com/expresion-id/retos-soluciones-formular-protectores-solares-altamente-efectivos-filtros-minerales/>

Fernández, A. S. (2020). MODELOS DE LIBERACIÓN E INTERACCIÓN DE LOS PROTECTORES SOLARES CON EL MEDIO MARINO. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN.

Montero-Cordero, A. (2019). El protector solar: ¿UN NUEVO ENEMIGO? Revista de Biología Tropical.

Ávalos, J. Ibarra, L. Ravello, L. Ríos, V. Rodríguez, R. (2018). DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PROTECTORES SOLARES A PARTIR DE MATERIALES ORGÁNICOS Y BIODEGRADABLES. Universidad de Piura.

Castanedo, Torres, Araujo y Moncada. (2008). Absorción ultravioleta de los protectores solares para prescripción en México. Medigraphic, 35–38.

GONZÁLEZ-PÚMARIEGA, MARIBEL , VERNHES TAMAYO, MARIOLY , SÁNCHEZ-LAMARÁNGEL La radiación ultravioleta. Su efecto dañino y consecuencias para la salud humana. Theoria [en línea]. 2009, 18(2), 69-80[fecha

de Consulta 26 de octubre de 2022]. ISSN: 0717-196X. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29917006006>

https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5657034&fecha=05/07/2022#gsc.tab=0

https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5143790&fecha=21/05/2010#gsc.tab=0

<https://es.chemicalsafetyfacts.org/es/dioxido-de-titanio/>

https://tiande.guide/entradas_tiande/ingredientes-activos/ingredientes-etilhexilglicerina/

<https://posidoniacosmetics.es/ingredientes-cosmetica-natural-la-goma-xantana/>

<https://www.palmolive.com.mx/tips/ingredientes-naturales/aceite-de-almendras-para-lucir-tu->

[piel#:~:text=Ayuda%20a%20mantener%20la%20humectaci%C3%B3n,tu%20piel%2C%20cabello%20y%20u%C3%B1as.](http://www.palmolive.com.mx/tips/ingredientes-naturales/aceite-de-almendras-para-lucir-tu-#:~:text=Ayuda%20a%20mantener%20la%20humectaci%C3%B3n,tu%20piel%2C%20cabello%20y%20u%C3%B1as.)

<https://www.institutodermocosmetica.com/fichas-tecnicas/espesantes/alcohol-cetoestearilico/>

<https://www.mentactiva.com/glicerina-vegetal-imprescindible-en-cosmetica-natural/>

<https://www.uaeh.edu.mx/divulgacion-ciencia/noticias/arrecifes-coral/>

<https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=anatomadelapiel-85-P04436>

Pinillos, J. & Gallardo, C. (2011). Encapsulación de un filtro solar (avobenzona) en liposomas. *Revista cubana de Farmacia*.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152011000300003#:~:text=La%20avobenzona%20\(AVO\)%20\(butilmetoxidibenzoilmetano,50%20al%2060%20%25%20despu%C3%A9s%20de](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152011000300003#:~:text=La%20avobenzona%20(AVO)%20(butilmetoxidibenzoilmetano,50%20al%2060%20%25%20despu%C3%A9s%20de)

López, J. (2019). Seguridad de los filtros solares - info-farmacia. (s/f). Info-farmacia.com. <http://www.info-farmacia.com/medico-farmaceuticos/informes-tecnicos/seguridad-de-los-filtros-solares-1>

Díaz, G. (2019) Octil metoxicinamato. (s/f). Com.Mx.

<https://kemcare.com.mx/product/octil-metoxicinamato/>

Betancourt, C. (2016). Características de la glicerina generada en la producción de biodiesel, aplicaciones generales y su uso en el suelo. *Revista cubana de Farmacia*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000300001

ANEXO A

FORMATO DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE PRODUCTO A GRANEL

Nombre del producto:	Protector solar biodegradable	
Fecha de fabricación: 09/12/2022	Fecha de caducidad: 12/2024	Cantidad producida: 18,000 g
CONTROL DE CALIDAD		
Fecha de recepción de muestra: 09/12/2022	Número de muestras recibidas: 1	Número de orden de producción: 1846
Nombre del analista: Odalis Ocampo	Fecha de análisis: 09/12/2022	Decisión final: Aprobado
DICTAMEN DE ANÁLISIS		
PRUEBA	RESULTADO	VALORES DE REFERENCIA
pH	7.6	7.0 – 8.0
Densidad	0.9845 g/mL	0.8000 g/mL – 1.1000 g/mL
Viscosidad	7400 cP	7000 cP – 9000 cP
Olor	Cumple	Neutro
Apariencia	Cumple	Semisólido
Color	Cumple	Blanco
Limites microbianos	0 UFC/g	<100 UFC g/mL
Patógenos	Cumple	Ausentes