



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH  
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Química

# ANÁLISIS Y ESTUDIO DE COSMÉTICOS CON PRODUCTOS NATURALES



**Memoria y Anexos**

**Autor:** Figuerola Pola, Clara  
**Director:** Almajano Pablos, Maria Pilar  
**Convocatoria:** Enero 2019



## Resum

El productes destinats al manteniment de la pell son actualment, la categoria amb major augment econòmic a Espanya. Aquest fet es degut, en part, a la tendència actual de cuidar la imatge, ja que aquesta reflecteix el que som. Així doncs, es relaciona una bona imatge física amb la felicitat, el estatus social, etc.

L'objectiu principal d'aquest estudi es desenvolupar una marca de cremes facials, denominada *LAVINYÉ*, amb productes d'origen natural, principalment residus de vi. Cal realitzar, doncs, estudis previs que permetran adquirir els coneixements necessaris i ens portarà al correcte desenvolupament de la marca.

En primer lloc, es realitza un estudi del sector cosmètic, on es descriu l'origen, evolució i el consum en els últims anys, tant a nivell nacional com internacional. Seguidament, s'estudien les cremes facials, la seva classificació, composició, procés de fabricació i fases per a desenvolupar una línia de cremes.

Per altre banda, s'estudien els antioxidants, la classificació i el seu origen, la combinació d'antioxidants, com s'incorporen i penetren els ingredients actius a la nostra pell, com es produeix la oxidació de la pell i finalment, els mètodes per a analitzar la capacitat antirradicalària dels productes naturals.

Després del estudi bibliogràfic, es desenvolupa el pla de la empresa *LAVINYÉ*, on es determina la idea dels productes a partir d'estudis de mercat, reunions amb experts en formulació, desenvolupament de productes, imatges corporatives d'empreses i economistes.

Per tal d'incorporar els agents antioxidants dins els productes de *LAVINYÉ*, es realitzen anàlisis de la capacitat antirradicalària i de la seva capacitat antioxidant en sistemes models controlats (emulsions) per al extracte liofilitzat de figa i els residus de vi. Els mètodes utilitzats són el TPC, DPPH, ABTS i FRAP. En les emulsions es modifiquen les concentracions, composició dels olis, combinacions dels extractes, etc. per a determinar quines característiques aporta a les emulsions una major capacitat antioxidant en la pròpia emulsió i extrapolable a la pell. El seguiment de l'oxidació de les emulsions es realitza mitjançant el valor de peròxids (PV) i TBARS.

En conclusió, s'han establert tots els paràmetres necessaris per posar al mercat una línia cosmètica amb productes naturals. També s'han analitzat les concentracions necessàries dels extractes. El següent pas seria elaborar unes bases comercials en les que s'afegirien els extractes i es realitzaria un estudi d'acceptació en una mostra significativa de la població.

## Resumen

Los productos destinados al cuidado de la piel son actualmente, la categoría con mayor aumento económico en España. Este hecho es debido, en parte, a la tendencia actual de cuidado de la imagen, ya que ésta refleja lo que somos. Así pues, se relaciona una buena imagen física con la felicidad, el estatus social, etc.

El objetivo principal de este estudio es desarrollar una marca de cremas faciales, denominada *LAVINYÉ*, con productos de origen natural, principalmente residuos de vino. Para ello es necesario realizar estudios previos que permitirán adquirir los conocimientos necesarios y llevarán al correcto desarrollo de la marca.

En primer lugar, se realiza un estudio del sector cosmético, donde se describe el origen, evolución y el consumo en los últimos años, tanto a nivel nacional como internacional. Seguidamente, se estudian las cremas faciales, su clasificación, composición, proceso de fabricación y fases para desarrollar una línea de cremas.

Por otro lado, se estudian los antioxidantes, la clasificación y su origen, la combinación de antioxidantes, como se incorporan y penetran los ingredientes activos en nuestra piel, cómo se produce la oxidación de la piel y por último, los métodos para analizar la capacidad antirradicalaria de los productos naturales.

Tras el estudio bibliográfico, se desarrolla el plan de la empresa *LAVINYÉ*, donde se determina la idea de los productos a partir de estudios de mercado, reuniones con expertos en formulación, desarrollo de productos, imágenes corporativas de empresas y economistas.

Con el fin de incorporar los agentes antioxidantes dentro de los productos de *LAVINYÉ*, se realizan análisis de la capacidad antirradicalaria y de la capacidad antioxidante en sistemas modelos controlados (emulsiones) para el extracto liofilizado de higo y los residuos de vino. Los métodos utilizados son el TPC, DPPH, ABTS y FRAP. En las emulsiones se modifican las concentraciones, composición de aceites, combinaciones de extractos, etc. para determinar qué características aporta a las emulsiones una mayor capacidad antioxidante en la propia emulsión y, extrapolable a la piel. El seguimiento de la oxidación de las emulsiones se realiza mediante el valor de peróxidos (VP) y el ensayo TBARS.

Como conclusión, se han establecido todos los parámetros necesarios para poner en el mercado una línea cosmética con productos naturales. También se han analizado las concentraciones necesarias de los extractos. El siguiente paso sería ya comenzar con unas bases comerciales a las que se añadieran los extractos y hacer un estudio de aceptabilidad en una muestra significativa de población.

## Abstract

The products destined to the skin care are currently the cosmetics category with the highest growing rate in Spain. That is partially due to the current perception that our image reflects what we are, so happiness and even social status is identified with a beautiful physic.

The main purpose of this study is to develop a facial cream brand named *LAVINYÉ* using natural origin products, especially wine wastes. We should do some previous research that will help us acquire the needed knowledge and will lead us to the proper development of the brand.

First, we did a study of the cosmetic sector, where the origin, the evolution and the consumption of the last years is described; both nationally and internationally. After that, we studied the facial creams, his classification, composition and making process. Also, the different phases of the development of a brand new cosmetic line.

On the other hand, we studied the antioxidants, the classification and their origin and their combination. How the active ingredients are incorporated and how they penetrate our skin, the oxidations of our skin and finally the methods to analyze the antiradical capacity of the natural products.

After the bibliographical study, we develop a business plan for *LAVINYÉ*, where we determine the idea of the products after the market research, meetings with formulation experts, products development, corporate image advisors and economists.

Our aim is to incorporate the antioxidants in all the products of *LAVINYÉ*, so we did analyses of the antiradical capacity and his antioxidant capacity in the controlled model systems (emulsion) for the lyophilized fig extracts and the wine wastes. The methods used are TPC, DPPH, ABTS and FRAP. The concentrations, oil composition, extracts combinations, etc. are modified so we can determine which characteristics give a higher antioxidant capacity to the emulsions, so to the skin. The follow up of the oxidation in the emulsions and creams is done with the PV and TBARS.

In conclusion, we established all the needed parameters to launch a brand new cosmetics line using natural products. We have also analyzed the optimal concentration for the extracts. The next step would be starting some commercial ground to which we will add up the extracts. Once this is done, we would be able to do some research about the acceptance levels among users using some significant sample group.

## Agradecimientos

Después de un año intenso, es el momento de dar las gracias a todos aquellos que me han dado su apoyo durante la elaboración de este proyecto.

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi tutora, María Pilar Almajano su ayuda en el proyecto, proporcionando todas las herramientas y conocimientos necesarios para completar el trabajo satisfactoriamente.

A ambas nos apasiona el mundo de la cosmética y la realización de este proyecto nos ha permitido aprender más sobre este sector. Además, gracias a la realización del proyecto, puedo decir que actualmente poseo muchos más conocimientos en ámbitos muy diversos. He ampliado la base científica de las cremas faciales; he profundizado en su historia, formulación y componentes; finalmente, hemos establecido los pasos para desarrollar una marca en el sector. Como complemento de todo ello, se ha aplicado en el laboratorio técnicas en las que el grupo de investigación es experto y que de las que no tenía la base en la carrera.

No me quiero olvidar de dar las gracias a todas mis compañeras de laboratorio. He notado el apoyo en todo momento. Hemos compartido muy buenos momentos (y otros no tan buenos...) y la ayuda ha fluido fácilmente, lo que hace que me lleve nuevas amistades de esta grata experiencia.

Finalmente, agradezco a mi familia y amigos su apoyo vital. Me habéis dado los mejores consejos y ofrecido una gran ayuda en los momentos (que siempre existen) de mayor agobio. Habéis tenido mucha paciencia y comprensión.

Ha sido un período de aprendizaje, tanto a nivel académico, como a nivel personal. Puedo decir además, que este proyecto me ha ayudado a encaminar mi futuro profesional.

A todos vosotros, muchas gracias.

## Glosario

**ABTS<sup>•+</sup>**: radical 2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)

**a.C.:** antes de Cristo

**AG:** ácido gálico

**BDE:** entalpía de disociación de enlace

**BHA:** butil hidroxi-anisol

**BHT:** butil hidroxi-tolueno

**C:** control negativo

**C<sup>+</sup>:** control positivo

**CUPRAC:** Ensayos de iones cúpricos (Cu<sup>2+</sup>) que reducen el poder antioxidante

**d.C.:** después de Cristo

**D:** diámetro

**DMPD<sup>•+</sup>:** radical N,N- dimetil-p-fenilendiamina

**DPPH<sup>•</sup>:** radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo

**EDTA:** ácido etilendiaminotetraacético

**f:** factor de dilución

**FDA:** Administración de Medicamentos y Alimentos

**FRAP:** poder antioxidante reductor del hierro

**GAE:** equivalentes de ácido gálico

**HAT:** transferencia de átomos de hidrogeno

**HLB:** equilibrio hidrófilo-lipófilo

**IC<sub>50</sub>:** concentración que permite una inhibición del 50% de la máxima

**IP:** potencial de ionización



**LAA:** ácido L-ascórbico

**LDL:** lipoproteínas de alta densidad

**MDA:** malondialdehido

**MED:** dosis mínima de eritema

**O/W/O:** doble emulsión que las gotas de agua que contienen aceite se dispersan en aceite

**O/W:** aceite en agua

**ORAC:** capacidad de absorbanza de los radicales de oxígeno

**PG:** propil galato

**PIT:** temperatura de inversión de fase

**PP:** polipropileno

**ROS:** especies reactivas al oxígeno

**rpm:** revoluciones por minuto

**SET:** transferencia de un electrón

**SPF:** factor de protección solar

**TBA:** ácido tiobarbitúrico

**TBARS:** sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico

**TBHQ:** terbutil hidroquinona

**TCA:** ácido tricloroacético

**TE:** capacidad antioxidante equivalente de Trolox

**TEAC:** Capacidad antioxidante de equivalencia Trolox

**TMC:** quelación de metales de transición

**TPC:** concentración total de polifenoles

**TPTZ:** 2,4,6-Tri(2-piridil)-s-triazina

**TRAP:** captura total de radicales libres

**Trolox:** (±)6-hidroxi-2,5,7,8- ácido tetrametilcroman-2-carboxílico

**UVA:** luz ultravioleta A

**UVB:** luz ultravioleta B

**UVC:** luz ultravioleta C

**VP:** valor de peróxidos

**W/O/W:** doble emulsión que las gotas de aceite que contienen agua se dispersan en agua

**W/O:** agua en aceite



# Índice

<b>RESUM</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>IV</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>V</b>
<b>1. ORIGEN DEL TRABAJO</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
1.1. Cosmética	3
1.1.1. Origen y evolución de los productos cosméticos	4
1.1.2. Consumo mercado cosmético en España	5
1.1.3. Comercio internacional	8
1.2. Cremas faciales	9
1.2.1. Clasificación	9
1.2.2. Componentes de las emulsiones para uso cosmético	14
1.2.3. Proceso de fabricación	18
1.3. Los antioxidantes	20
1.3.1. Estrés oxidativo	21
1.3.2. Clasificación de los antioxidantes	22
1.3.3. Antioxidantes sintéticos vs Naturales	31
1.3.4. Combinación de antioxidantes	31
1.3.5. Estudio de antioxidantes de los componentes seleccionados para la realización de las emulsiones	32
1.3.6. Métodos para determinar la capacidad antioxidante	34
1.4. Sistema de liberación o <i>delivery system</i>	39
1.4.1. Sistemas vesiculares	40
1.4.2. Emulsiones: microemulsiones y nanoemulsiones	40
1.4.3. Nanopartículas, nanoestructuras y micropartículas	41
1.4.4. Interacción entre la piel y el “delivery system”	42
1.4.5. Incorporación del “delivery system” en cosmética	43
1.5. Desarrollo de una línea cosmética	44
1.5.1. Primera fase	44
1.5.2. Segunda fase	45
1.5.3. Tercera fase	46

<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>49</b>
<b>3. PLAN DE EMPRESA LAVINYÉ</b>	<b>50</b>
3.1. Origen del <i>LAVINYÉ</i>	50
3.2. Idea	50
3.3. Estudio de mercado	51
3.4. Dimensionamiento del proyecto	53
3.5. Diseño del producto	53
3.5.1. Aceite de aguacate	54
3.5.2. Aceite de granada	55
3.5.3. Aceite de sésamo	56
3.5.4. Aceite de rosa mosqueta	56
3.5.5. Gayuba	56
3.5.6. Amla	57
3.6. Empresas	58
3.6.1. Empresa 1	58
3.6.2. Empresa 2	59
3.6.3. Empresa 3	59
3.6.4. Empresa 4	60
3.7. Imagen corporativa de <i>LAVINYÉ</i>	61
3.7.1. Origen del nombre e imagen corporativa	61
3.7.2. Envases	63
3.8. Plan de <i>marketing</i>	66
3.9. Estudio viabilidad económica	66
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>73</b>
4.1. Material de origen vegetal	73
4.2. Material fungible	73
4.3. Reactivos	73
4.4. Equipos	74
4.5. Proceso extracción de los polifenoles en los higos	74
4.6. Análisis de la capacidad antirradicalaria	75
4.6.1. Método TPC	75
4.6.2. Método DPPH	76
4.6.3. Método ABTS	76
4.6.4. Método FRAP	77
4.7. Preparación de “los sistemas modelo controlados”: emulsiones	78
4.7.1. Componentes de los ensayos con emulsiones	79

4.7.2.	Valor de peróxidos (VP).....	80
4.7.3.	Determinación del pH.....	80
4.7.4.	Determinación de la estabilidad de la emulsión.....	81
4.7.5.	Ensayo TBARS en emulsiones.....	82
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>83</b>
5.1.	Condiciones iniciales en los ensayos.....	83
5.2.	Elección higo.....	84
5.3.	Determinación de la capacidad antioxidante.....	85
5.3.1.	Método TPC.....	85
5.3.2.	Método DPPH.....	87
5.3.3.	Método ABTS.....	89
5.3.4.	Método FRAP.....	90
5.4.	Primera elaboración de emulsiones.....	91
5.4.1.	Comparación higo 0,1% vs 1%.....	92
5.4.2.	Comparación residuo de vino 0,1% vs 1%.....	93
5.4.3.	Comparación del citrato de plata a diferentes concentraciones.....	94
5.4.4.	Comparación higo con citrato de plata.....	95
5.4.5.	Comparación residuo de vino con citrato de plata.....	96
5.4.6.	Estudio de la estabilidad y el tamaño de gota.....	96
5.5.	Segunda elaboración de emulsiones.....	97
5.6.	Tercera elaboración de emulsiones.....	99
5.6.1.	Emulsiones con aceite de girasol.....	100
5.6.2.	Aceite de almendras al 30%.....	102
5.6.3.	Aceite de girasol al 30% vs 10%.....	102
5.6.4.	Aceite de almendra al 30% vs al 10%.....	103
5.6.5.	Aceites al 30% (masa/masa).....	104
5.6.6.	Aceites al 10% (masa/masa).....	105
5.7.	Cuarta elaboración de emulsiones.....	106
5.7.1.	Valor de peróxidos (VP).....	107
5.7.2.	TBARS.....	107
<b>6.</b>	<b>ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	<b>108</b>
6.1.	Gestión de residuos.....	108
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>113</b>
<b>7.</b>	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b> .....	<b>115</b>
7.1.	Coste material de origen vegetal.....	115

7.2. Coste material fungible .....	115
7.3. Coste de los reactivos.....	116
7.4. Coste equipos utilizados.....	117
7.5. Coste del personal.....	118
7.6. Coste total .....	119
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>129</b>
Anexo I – Estudio de mercado .....	129
Anexo II – Empresas .....	130
a. Posibles empresas que desarrollen la línea cosmética.....	130
b. Carta de presentación a las empresas .....	132
c. Empresa 1 – componentes aconsejados.....	132
Anexo III – Resultados y cálculos.....	134



## 1. Origen del trabajo

La idea de analizar algunos componentes naturales en cosméticos surge de dos ideas que trabajadas unidas podían complementarse.

Existía, por un lado, la inquietud en el grupo de investigación de la *Universitat Politècnica de Catalunya* de trabajar con antioxidantes naturales incorporados al mundo de la cosmética, con el fin de obtener productos de muy alta calidad. En este sentido, se pretendía trabajar con emulsiones, posibles simulantes de cremas faciales y con dos productos de partida: higos y residuos de vino.

Por otro lado, existía la **empresa A** tenía la idea de mejorar sus beneficios. Se dedica a la elaboración de vino, por lo que una posible utilización, convenientemente gestionada de sus residuos, podría proporcionar un importante beneficio. Eso sí, era necesario establecer un carácter diferenciador con lo existente ya en el mercado, ya que una competencia directa sin una importante inyección económica era imposible. Y se pretende trabajar incrementando la escala, no comenzando con grandes cantidades.

Previamente se había analizado la capacidad antioxidante de dos bagazos de vino (tinto y blanco) procedentes de la empresa, pero sin tratamiento comercial estandarizado.

El presente proyecto va más allá y se propone analizar un residuo de vino comercial, estándar, que se pueda usar, sin dificultad añadida, en la formulación de cremas. Además, en colaboración con farmacéuticos de Formentera y, dadas algunas investigaciones existentes de la incorporación de higos en cremas faciales, también tiene como finalidad analizar la viabilidad de dicha idea.



# 1. Introducció

En el dia de hoy la belleza y en general, los productos cosméticos van ganando importancia en un mundo centrado en la apariencia y en proyectar la “perfección”. El origen de los productos cosméticos se remonta a muchos siglos atrás y, en la última década su desarrollo y consumo ha crecido exponencialmente. Por ello, un buen estudio de las cremas faciales ha de involucrar el sector más amplio y también la evolución en la historia, lo cual permitirá comprender el impacto que tiene hoy en día, tanto desde un punto de vista económico como social, a escala nacional e internacional.

## 1.1. Cosmética

El Reglamento Europeo 1223/2009 define a los productos cosméticos como: “toda sustancia o mezcla destinada a ser puesta en contacto con las partes superficiales del cuerpo humano (epidermis, sistema piloso y capilar, uñas y labios) o con los dientes y las mucosas bucales, con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos, modificar su aspecto, protegerlos, mantenerlos en buen estado o corregir los olores corporales” (Odom 2009). El término “cosmético” incluye, por tanto, maquillajes, desodorantes, champús, geles de ducha y cremas faciales, entre otros productos. Por tanto, se puede decir que las cremas faciales forman parte del sector cosmético.

En los Estados Unidos, la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos, regulada por Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA), define los cosméticos como “artículo para frotarse, verterse, rociarse o atomizarse, introducirse o aplicarse en el cuerpo humano para limpiar, embellecer o alterar la apariencia sin afectar la estructura del cuerpo o funciones” (FDA 2013). Esta amplia definición también incluye cualquier material destinado para uso como componente de un producto cosmético. La FDA excluye específicamente, de esta categoría, el jabón.



Imagen 1: Ejemplos de productos cosméticos

### 1.1.1. Origen y evolución de los productos cosméticos

Los primeros signos de elaboración y uso de los productos cosméticos se encuentran en el antiguo egipcio, en el año 3.000 a.C. aproximadamente. Creían en el poder “sobrenatural” de las esencias de las plantas curativas. Se aplicaban aceites corporales de sésamo (*Sesamum indicum L.*), rincio (*Ricinus communis L.*), balanos (*Balanites aegyptiaca L.*), moringa (*Moringa oleifera*) y aceite de oliva (*Olea europaea L.*) (Minero and Díaz 2017). De esta manera, lograban que sus pieles se volvieran más flexibles y suaves. Los egipcios también usaban plantas y minerales para resaltar rasgos faciales como los ojos, decorando los párpados con malaquita (mineral de Cu), y más tarde, cerca del 2.000 a.C con el *Kohn*: galena (PbS) y trazas de antimonio (Sb).

Posteriormente, entre el 1.350-1.000 a.C., los griegos, elaboraron una primera “máscara facial” de plomo blanco (una mezcla de carbonato de plomo e hidróxido de plomo), con el fin de mejorar el color y la textura de su piel, así como para disimular y atenuar las manchas. Entre el 700-300 a.C. se extendió el uso del plomo blanco hacia el Mediterráneo. También apareció el plomo rojo (Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) que se aplicaba a modo de colorete (Witkowski y Parish 2001).

En Roma, cerca del 260-180 a.C. se hizo popular el higo (*Ficus carica L.*), mezclado con otros productos como avena (*Avena L.*), banana (*Musa L.*) y agua de rosas para obtener una crema facial. También era muy popular el uso del aceite de oliva para limpiar el cuerpo y combatir las arrugas (Minero y Díaz 2017).

Se atribuye el descubrimiento de la “crema fría” a Galeno, nacido en Pérgamo – actual Bergama, en Turquía- alrededor del año 150 d.C. La crema fría contenía agua de rosas, aceite de almendras (*Prunus dulcis*) y cera de abejas, entre otros componentes. También utilizaban el aceite de moringa y aceite de marula (*Sclerocarya birrea*) (Minero y Díaz 2017).

Hacia el año 1.100 d.C. aparece el *De Ornatu Mulierum*, el primer tratado esencialmente de cosmética, en el que recoge 96 plantas de uso cosmético. A su vez, se empiezan a desarrollar en Europa productos procedentes de la destilación, como perfumes y fragancias que llegan hasta el sur de Francia.

Con el comienzo del Renacimiento, regresa el concepto y la búsqueda de la belleza y consigo el incremento del uso de los productos cosméticos. En los siglos XVI y XVII Italia y España son la vanguardia de la tendencia en belleza en Europa. Se extiende el uso de productos como cerillas (mezcla de cera de abejas con productos vegetales como crema), tónicos limpiadores (con zumo de limón y agua de cebada) y también blanqueadores para el rostro.

En el siglo XVIII hubo una gran revolución en el sector cosmético debida a la fabricación industrial del jabón. Esto supuso que los sectores más desfavorecidos pudiesen mejorar sus condiciones de

higiene. El siglo XX fue la edad dorada de los productos cosméticos, ya que se convierten en productos accesibles a toda la población y deja de ser un bien solo al alcance de las clases más adineradas (Witkowski y Parish 2001).

Hoy, el sector cosmético presenta una simultáneamente una gran diversidad y especificidad. La alta competencia permite al cliente poder elegir entre una gran cantidad de productos de diferentes marcas, a precios competitivos, y productos específicos que permite al cliente adquirir aquello adaptado a su gusto y necesidad.

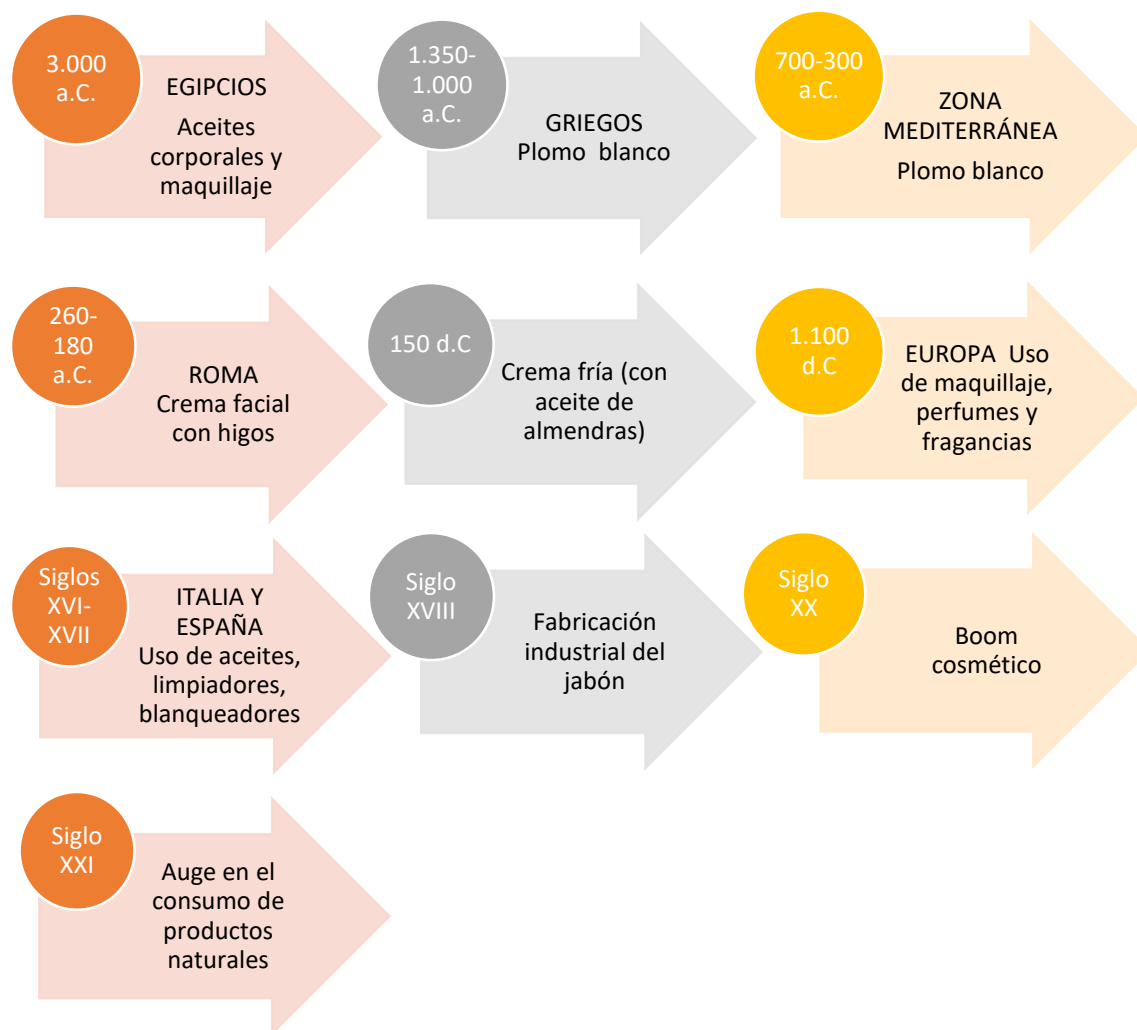


Diagrama 1: Evolución de los productos cosméticos

### 1.1.2. Consumo mercado cosmético en España

Para analizar el consumo de productos cosméticos en España en los últimos años se decide clasificar el sector en diferentes categorías. Las categorías son: (1) el cuidado de la piel, en el cual se encuentra el sector de las cremas faciales, (2) el sector de higiene personal, (3) perfumes y fragancias, (4) cuidado del cabello y finalmente (5) cosmética de color. En el 2015 la venta de

productos cosméticos se incrementó un 1,5% respecto el año anterior, rompiendo la tendencia negativa iniciada con la crisis. Este dato supone su primera subida desde 2007, en el que la industria creció un 5,7%. A partir del 2015 hasta el día de hoy, el sector cosmético no ha dejado de incrementar las ventas, en año 2016 se consolidó con un crecimiento positivo de un 3,17%, respecto al año anterior, hasta llegar a los 6.657 millones de euros. En cuanto al 2017, el año cerró con un incremento de 73 millones de euros respecto el 2016. Esto supuso un total de 1.908 millones de euros en productos para el cuidado de la piel, siendo la categoría dentro de los productos cosméticos con mayor consumo ese año (Baron 2018).

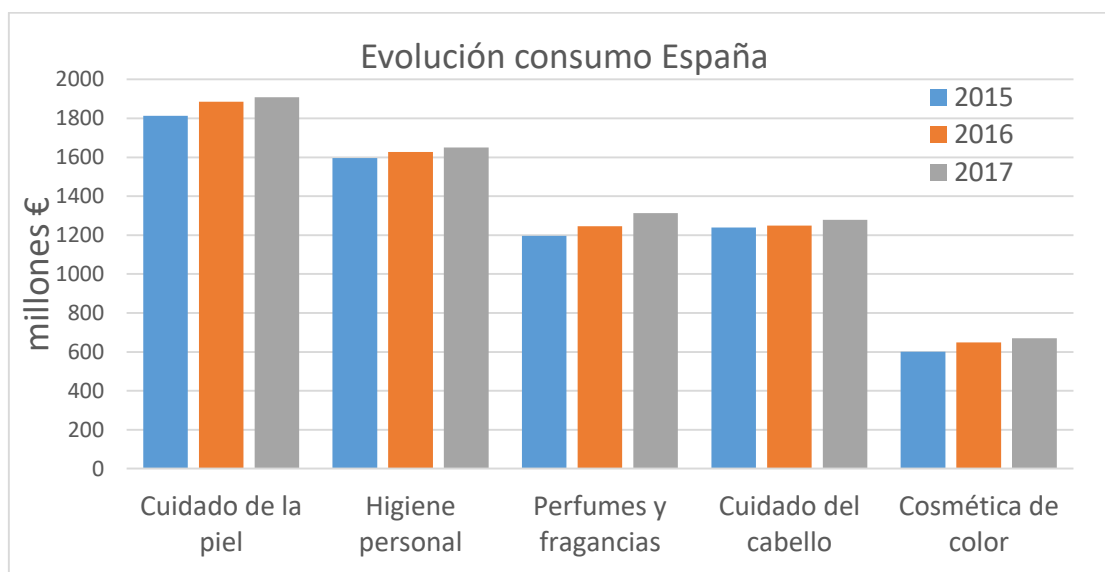


Gráfico 1: Evolución consumo productos cosméticos en España del 2015 al 2017(Fuente: Modificado de (Baron 2018))

	2015	3,86%	2016	1,17%	2017
<b>Cuidado de la piel</b>	1812,91		1885,69		1908,07
<b>Higiene personal</b>	1595,72		1627,63		1650,82
<b>Perfumes y fragancias</b>	1196,92		1245,42		1312,92
<b>Cuidado del cabello</b>	1238,95		1249,1		1277,82
<b>Cosmética de color</b>	600,96		649,04		670,04
<b>TOTAL</b>	6445,46		6656,88		6819,67

Tabla 1: Millones de € consumidos en España

En la Tabla 1 se observa que en España el consumo de productos destinados al cuidado de la piel a lo largo de los últimos años ha supuesto la mayor fuente económica del sector cosmético.

El consumo en el 2017 en productos de cosmética y perfumería asciende a más de 1.200 millones de unidades, con un gasto promedio (en el sector) de 147€ por encima de la media europea, que es de 137€/persona al año. El mayor consumo de productos cosméticos en España a lo largo del 2017 (Gráfico 2) proviene de la categoría del cuidado de la piel. Resulta chocante que la población

consume un porcentaje mayor en el cuidado de la piel que en la higiene personal. Se podría interpretar como algo debido a la situación social del momento, en que “la perfección” de una persona se debe ver reflejada en “la perfección” de su rostro.

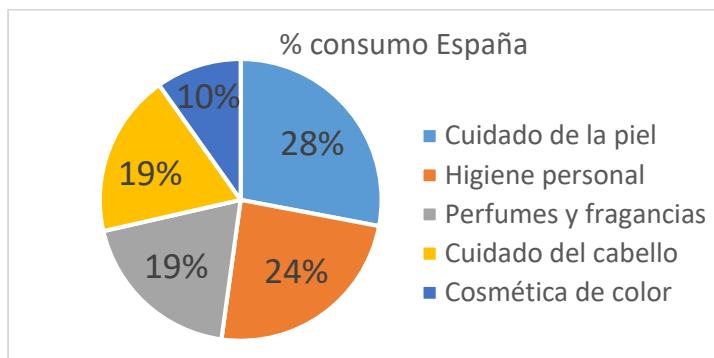


Gráfico 2: Porcentaje consumo en España en el 2017

En el 2016 todos los canales de venta aumentaron sus ventas, pero el de mayor crecimiento fue el canal farmacia con un 5,5%. El consumidor asocia las farmacias a prescripción y garantía, aportando confianza al cliente. También el canal de lujo o selectivo tuvo un importante aumento, demostrando la vuelta de los consumidores al consumo de alta gama en perfumería y cosméticos (Sandbillier y Martínez 2011). En el 2017, un 47% de los consumidores adquirieron el producto en centros de gran consumo, seguido por las farmacias con un 22%, los canales selectivos con un 21% y finalmente otros canales como la peluquería o estética profesional con un 10%. El consumidor español apuesta por canales donde pueda recibir asesoramiento, sobretodo en productos como cremas, maquillaje o perfumes (Stanpa 2017).

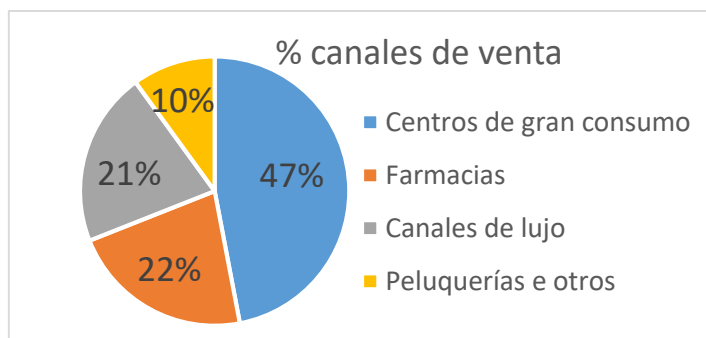


Gráfico 3: Porcentaje canales de venta en España en el 2017

Encontramos más de 15.000 perfumerías especializadas, 22.300 centros de belleza, 50.000 salones de peluquerías y 21.900 farmacias que proporcionan 35.000 empleos directos y otros 200.000 relacionados de forma indirecta (Stanpa 2017).

### 1.1.3. Comercio internacional

Las exportaciones desde España al resto del mundo en el sector de la cosmética y de las fragancias alcanzaron en 2017, un total de 3.900 millones de euros, con un crecimiento del 10,5% respecto al año anterior. Se sitúa por encima de sectores como el vino o el calzado e iguala al aceite de oliva (Stanpa 2017).

España es el cuarto país en cuanto a exportación de perfumes con un 40% sobre el total de las exportaciones mundiales. El 54% de las exportaciones se dirige a la Unión Europea, con Portugal, Francia y Alemania a la cabeza, y el 46% restante a otros destinos extracomunitarios: Estados Unidos, Emiratos Árabes, Hong Kong, México, Rusia, Chile y Marruecos.

A nivel internacional, se puede observar una evolución positiva a lo largo de la última década, con un auge importante en el consumo desde el 2010. La tasa de crecimiento (Gráfico 4) viene determinada por el número de productos vendidos. Si fuese un crecimiento en función del valor económico que supone el sector, la tasa de crecimiento vendría determinada por el número de ventas y el precio del producto por lo que un incremento no tendría que suponer directamente un incremento en el número de ventas sino del ingreso total monetario (Statista 2018).

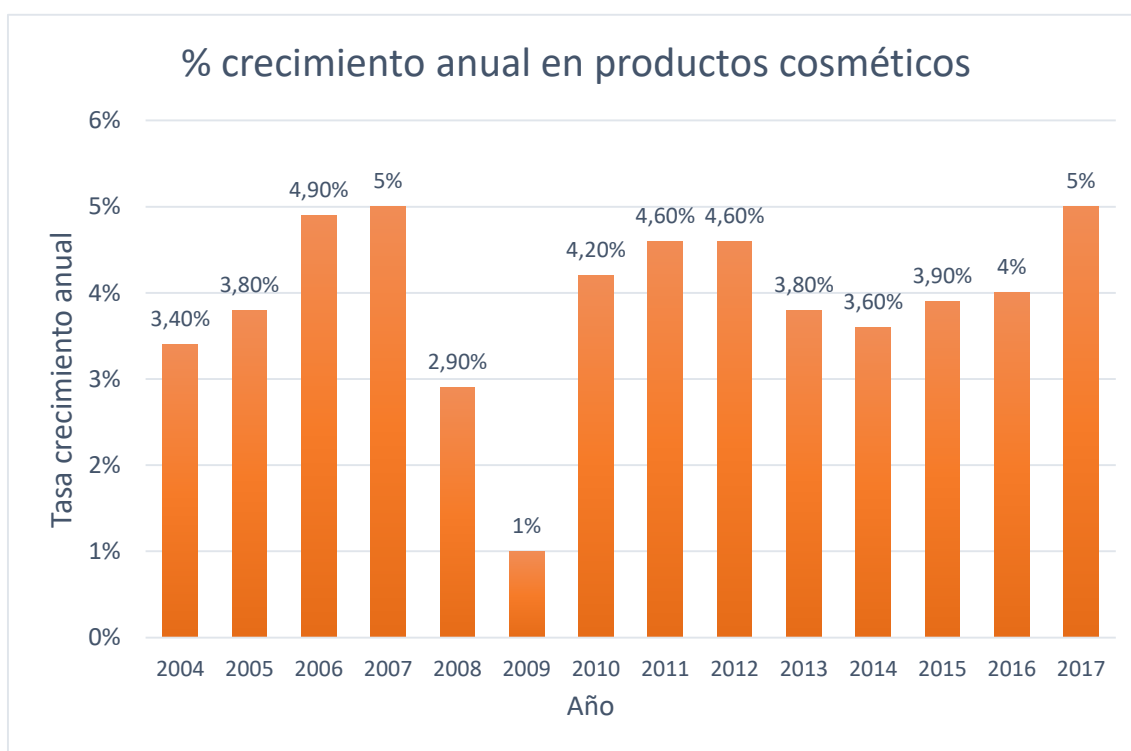


Gráfico 4: Crecimiento consumo sector cosmético (Fuente: Modificado de (Statista 2018))

En el gasto del 2017 (Gráfico 5) en productos cosméticos destacan los países con un mayor consumo como Suecia, Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Italia, España, Francia, Japón, Bulgaria y China ordenados de forma descendiente en cuanto a millones de € consumidos en el sector.

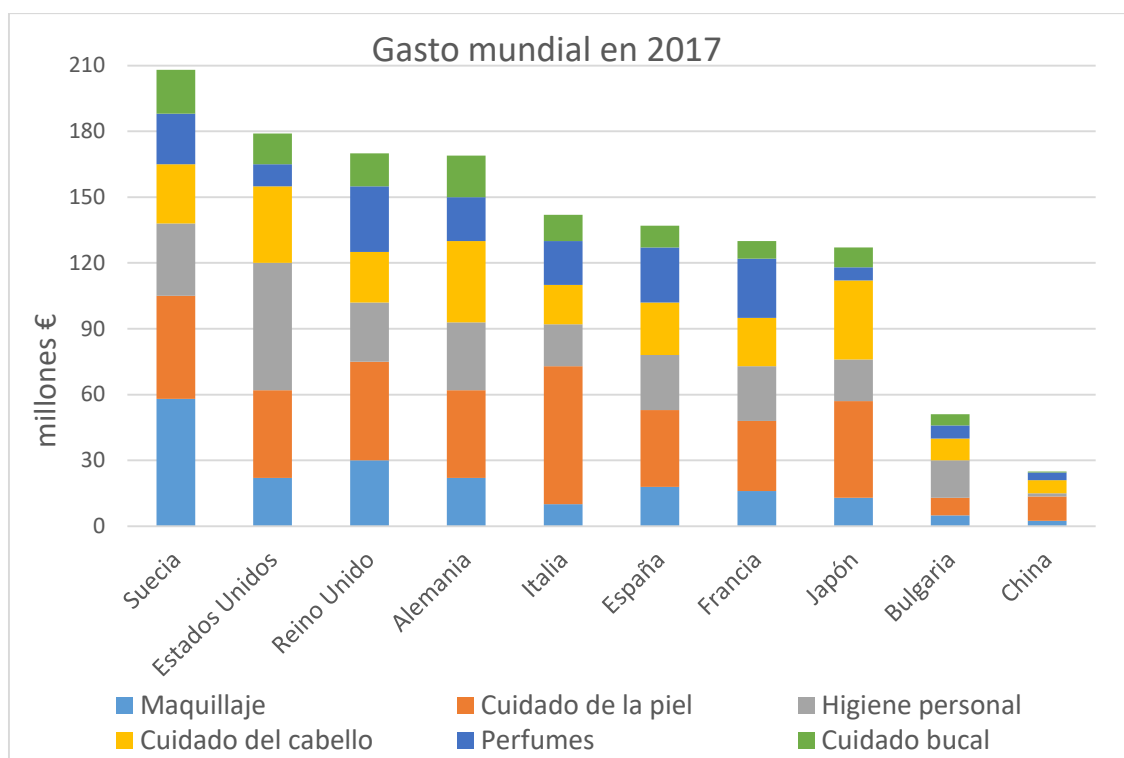


Gráfico 5: Consumo mundial en 2017

## 1.2. Cremas faciales

Según la Real Academia Española, se denomina “crema facial” a la emulsión o dispersión de un líquido en otro no miscible en él. Las cremas faciales forman parte de la categoría de cuidado de la piel en el sector cosmético.

### 1.2.1. Clasificación

La clasificación de las cremas faciales no tiene una estructura clara y ni rígida que permita de manera sencilla ver los diferentes tipos de cremas o emulsiones que se pueden encontrar. Algunos de los factores más importantes para determinar la idoneidad de la crema para al cliente son: (a) edad, (b) necesidad, (c) tipo de piel y (d) momento de aplicación. Desde un punto de vista más químico, se pueden clasificar las emulsiones según la composición de las fases que forman la emulsión. En este sentido se pueden encontrar emulsiones de aceite en agua (O/W, del inglés *oil-in-water*), agua en aceite (W/O, del inglés *water-in-oil*) o bien dobles O/W/O (del inglés, *oil-in-water-in-oil*) o W/O/W (del inglés, *water-in-oli-in-water*).

#### 1.2.1.1. Edad del cliente

Es evidente que la crema que pueda aplicarse a una piel joven es diferente de la que se aplica a una piel madura, debido a que las necesidades de la piel cambian a lo largo de los años. En la

adolescencia y hasta llegar a los 20-25 años, el problema principal es la aparición de acné, piel grasa, poros abiertos,... debido generalmente a problemas hormonales, por lo que se recomienda el uso de cremas fluidas, con una mayor proporción de agua que aceite para evitar sobre engrasar la piel y consecuentemente la aparición de acné (Continente 2017).

A partir de los 30 años la piel empieza a mostrar ligeros signos de la edad, algunas líneas de expresión y otros aspectos derivados del cansancio. Se recomienda el uso de cremas con vitamina C y ácido hialurónico que aportan luminosidad y tienen un efecto de protección y prevención.

A partir de los 40, las arrugas y la pérdida de tensión y luminosidad se hacen más evidentes en el rostro por lo que se deben utilizar cremas con más “poder nutritivo”<sup>1</sup> con vitamina C y, de nuevo, ácido hialurónico. El ácido retinoico tiene un gran poder *antiageing*. A la edad de 60 años se recomienda utilizar cremas que además contengan un alto porcentaje en aceite para evitar la deshidratación natural que padece la piel.

### **1.2.1.2. Necesidad de la piel**

En muchas ocasiones la necesidad de la piel del cliente viene determinado por su edad, considerada en el apartado anterior. Normalmente, las grandes marcas dedicadas a la elaboración de cremas de uso facial, estipulan tres tipos de bloques que responden a sus respectivas necesidades. El primer gran bloque de cremas son aquellas destinadas a combatir los defectos de la piel con cremas especializadas en reducir el acné, los poros, las rojeces y las manchas. El segundo bloque son aquellas cremas especializadas en el mantenimiento de la piel, en el que se pueden encontrar cremas para mejorar la hidratación, la luminosidad o bien para protegerla de los rayos UV. Finalmente, se pueden encontrar productos destinados a combatir el envejecimiento de la piel. Actualmente un gran porcentaje de las cremas en el mercado y del “*Top ventas*” de los últimos años son aquellos productos destinados a combatir los signos de la edad, es decir, los productos de carácter *antiageing*. Así pues, en el 2017 de las diez cremas faciales más vendidas en España, seis tenían como finalidad combatir el envejecimiento de la piel (Valera 2017).

Las cremas centradas en disminuir las líneas de expresión se pueden clasificar, por una parte, en aquellas cremas que penetran en las capas más internas de la piel (dermis e hipodermis) y que por

---

<sup>1</sup> Poder nutritivo: capacidad de algunos componentes como vitaminas y antioxidantes para penetrar y suministrar los compuestos necesarios para mantener hidratada la piel.

lo tanto regeneran la piel desde dentro de una manera más lenta y permanente. Y por otra, las cremas que producen un efecto *lifting*. Estas cremas se suelen encontrar en el mercado bajo el concepto de efecto laser o efecto *lifting*<sup>2</sup>, activan las capas más superficiales de la epidermis provocando un “desaparición” temporal casi inmediata de las arrugas.

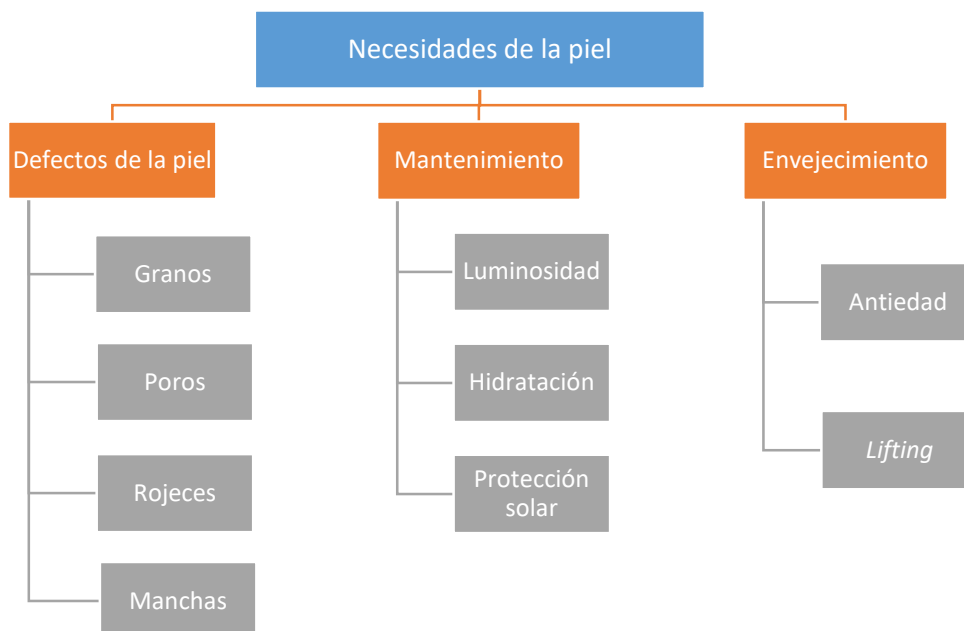


Diagrama 2: Clasificación según las necesidades de la piel

### 1.2.1.3. Tipo de piel

Si se clasifica según el tipo de piel, existen cuatro tipos básicos de piel: normal, seca, grasa y mixta. El tipo de piel viene determinados por factores genéticos pero también se puede ver influenciado por factores externos como el aire, la alimentación, etc.

Se denomina piel normal a las pieles que tienen una textura suave, con poros poco visibles y no presentan un número de imperfecciones muy elevado. Sus células producen una cantidad adecuada de elementos que permiten una buena hidratación y protección ante las bacterias u otros agentes contaminantes (Eucerin 2017).

La piel más seca tiene una apariencia más tirante, con grietas y descamas. Carece de los lípidos necesarios para retener de forma adecuada la humedad y formar un escudo protector frente a los

<sup>2</sup> Efecto que consiste en estirar la piel de manera que desaparezcan las arrugas sobre todo el rostro.

agentes externos. Se debe evitar la exposición de los agentes agravantes como el sol, el frío, el viento, lociones con alcohol y agua con cloro. La piel seca necesita productos suaves como agua micelar<sup>3</sup>, jabones suaves y leches corporales (Johnson & Johnson S.A 2015).



*Imagen 2: Piel normal*



*Imagen 3: Piel seca*



*Imagen 4: Piel grasa*

Por último, existe la combinación de zonas con piel normal o seca y otras zonas más grasas. Este tipo de piel se denomina piel mixta. Se pueden observar los diferentes tipos de piel realizando una “T” en el rostro. La piel grasa se centra en la nariz, la frente y la barbilla. Fuera de la zona “T” la piel es más bien seca. Esta zona está constituida por las mejillas y la sien. Suelen ser rugosas, tensas y en ocasiones estriadas (Eucerin 2017).



*Imagen 5: Piel mixta (Eucerin 2017)*

#### **1.2.1.4. Momento de aplicación**

Las cremas de día y de noche no desempeñan la misma función, por lo que es necesario usar dos productos diferentes dependiendo del momento del día en que se desea aplicar la crema.

<sup>3</sup>Agua micelar: producto formulado a base de micelas, un conjunto de moléculas que son capaces de atraer a suciedad y el sebo del rostro, aislarlos y transportarlos a través del agua para eliminar la suciedad de la piel.

A lo largo del día la piel queda expuesta a un gran número de agentes externos, radicales libres, contaminación, radiación solar y otros factores que alteran el estado químico de la piel, por lo que la principal tarea para una crema de día es proteger la piel de las agresiones externas. Otras funciones que desempeñan las cremas de día es hidratar, equilibrando las pérdidas-ganancias de agua del estrato córneo, favoreciendo una barrera protectora. Suelen contener colágeno, ácido hialurónico y vitaminas (Sáez 2014).

Por el otro lado, se encuentran las cremas de noche. Su función principal es reparar los daños sufridos durante el día y regenerar la piel. Son más concentradas en activos y específicas para tratar los problemas de la piel: manchas, deshidratación,...favoreciendo la renovación celular (Sánchez 2018).

### 1.2.1.5. Composición de las fases

Los componentes principales de las emulsiones son la fase continua, la fase discontinua y el emulsionante. El emulsionante permite la homogenización de ambas fases. Según como estén estos componentes tendremos un tipo u otro de emulsión.

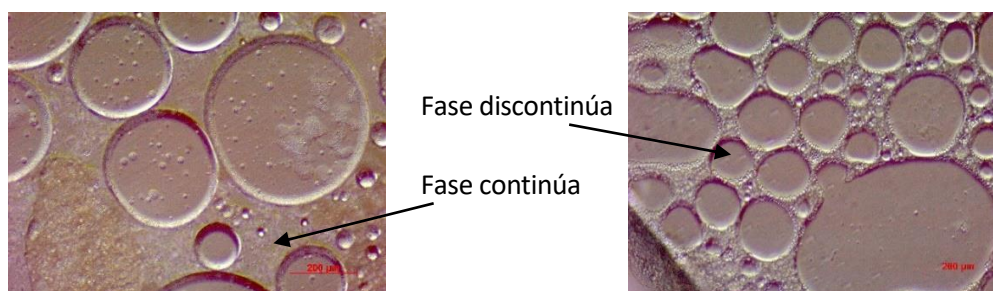
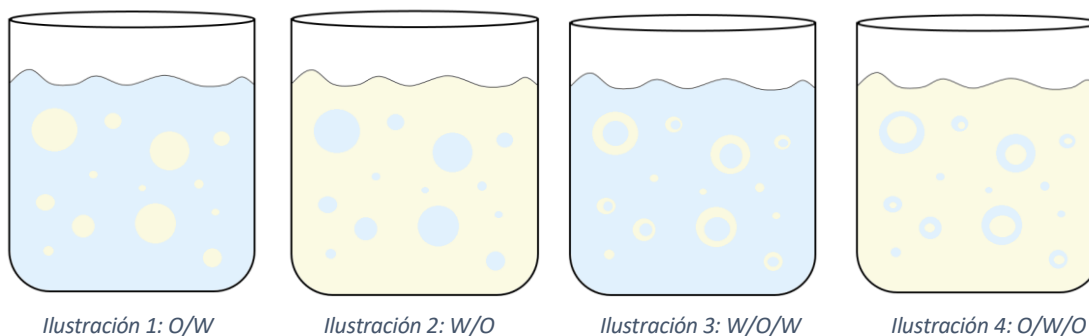


Imagen 6 y 7: Fotografía de las muestras de las emulsiones preparadas en la UPC utilizando un microscopio electrónico.

Las emulsiones W/O consisten en la dispersión de grasa en agua formando un film lipídico uniforme sobre la piel. Esta emulsión permite una mayor penetración de los principios activos liposolubles. Desde el punto de vista dermatológico la emulsión de W/O es la mejor opción ya que la película lipídica formada en la piel favorece la absorción de los ingredientes activos solubles en aceite (Costa y Santos 2017).

Las emulsiones O/W consisten en una mezcla de grasa y líquido, pero con la fase discontinua de aceite y la fase continua de agua. Permite el paso de exudados y una mayor penetración de los principios activos hidrosolubles. Son menos grasos y causa una sensación de frío cuando se coloca (Glampedaki y Dutschk 2014). Más adelante en el proyecto se determina como se hace para obtener un tipo de emulsión u otra.

También se encuentran las emulsiones múltiples de W/O/W y O/W/O; sin embargo, este tipo de emulsiones no son nada común en el sector cosmético, si bien es un campo que está comenzando a despuntar, por el mayor poder de penetración a las capas internas.



Las propiedades de las emulsiones W/O como la densidad, la conductividad térmica o la viscosidad son diferentes que las propiedades del aceite y el agua aisladas. El porcentaje de agua y la temperatura pueden alterar la viscosidad y otras cualidades de la emulsión.

### 1.2.2. Componentes de las emulsiones para uso cosmético

Los componentes básicos que constituyen una crema hidratante son: emolientes, humectantes, espesantes, emulsionantes, estabilizadores, conservantes y neutralizantes. La fragancia o perfume añadido también supone un factor clave a la hora de atraer a los posibles clientes.

El emoliente constituye entre un 10% y un 40% del peso de la crema. Cuando se incorporan en cosmética son ingredientes hidrófobos que componen la fase oleosa. Pueden ser de varias estructuras químicas; los más comunes son los aceites, tanto sintéticos (triglicérido caprílico/cáprico) como naturales (aceite de coco, de almendras,...) también se incluyen las siliconas (ciclometicona o dimeticona) y los alcoholes grasos (alcohol cetílico o alcohol cetearílico). Los aceites naturales son actualmente los emolientes más utilizados debido a la gran acogida en el mercado de este tipo de productos. Respecto a las siliconas no son pegajosas y tienen una alta capacidad de repeler el agua lo que las hace ideales para la elaboración de productos que sean resistentes al agua y bloqueadores de los rayos solares. Los alcoholes grasos se utilizan como co-emulsionantes a concentraciones bajas (<2%) para evitar el proceso de saponificación (R.-K. Chang et al. 2013).

Respeto a las propiedades durante la aplicación, los emolientes disminuyen el coeficiente de fricción, con la finalidad de prevenir o evitar la evaporación del agua de la piel, formando una película oclusiva. Requieren un valor determinado de HLB. Más adelante se define con mayor precisión este componente (punto 1.2.2.1).

Por otra parte, también son necesarios los humectantes como el glicerol, propilenglicol, butilenglicol o sorbitol, con un porcentaje de entre el 1 y el 5%, con un carácter hidrófilo que atrae el agua compensando el número reducido de factores humectantes de origen natural (Costa y Santos 2017).

Sea cuál sea el tipo de emulsión, las dos fases que la forman siempre tienden a separarse. Para reducir la velocidad de separación se utilizan sustancias tensioactivas como emulgentes, uno de los tipos de aditivos más utilizados. Así pues, la emulsión debe tener un emulsionante que permita estabilizar las dos fases.

El emulsionante (1-6%) puede ser de carácter iónico o no iónico. Dentro de los iónicos se pueden dividir en catiónicos y aniónicos dependiendo de su carga. Los emulsionantes no iónicos se pueden seleccionar a través del equilibrio hidrófilo-lipófilo, o HLB (del inglés, *Hydrophilic-Lipophilic Balance*), definido por Griffin en 1949.

El espesante (0,1-0,5%) se utiliza para controlar la textura y la deformación de la fórmula. Algunos de los más utilizados son la goma xantana y el carboximetilcelulosa. Los estabilizadores (0,01-0,2%) y conservantes (0,01-0,5%) se utilizan para prolongar la vida del producto y su estabilidad a lo largo del tiempo. Pueden ser sintéticos o naturales. Algunos de ellos son BHT, tocoferilo, diazolidinil urea, yodopropinil butilcarbamato, metilparabeno y propilparabeno.

Los conservantes son compuestos que inhiben el crecimiento de microorganismos mientras que los estabilizadores mantienen la integridad fisicoquímica del producto. Finalmente se añaden los neutralizantes (0,01-0,05%). Estos tres componentes mencionados anteriormente influyen en las propiedades reológicas de la crema. Se suelen incorporar también principios activos como antioxidantes, filtros solares u otras sustancias que añaden valor al producto. En los últimos años el mercado con mayor auge es el de productos con propiedades antienvjecimiento con antioxidantes naturales (Costa y Santos 2017).

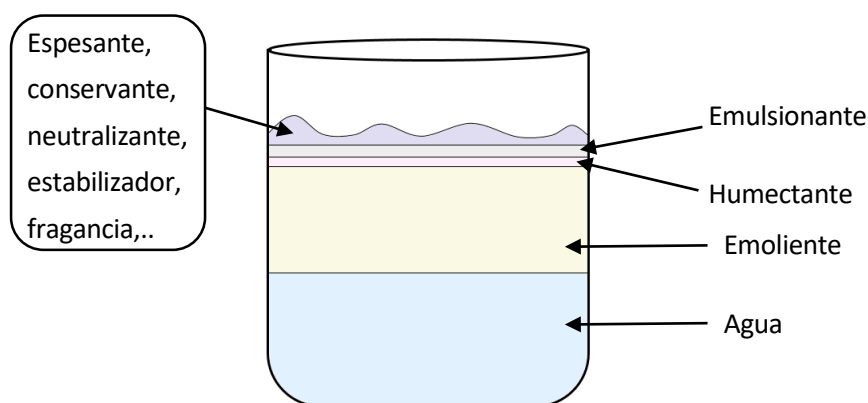


Ilustración 5: Componentes crema facial

### 1.2.2.1. Efecto del emoliente en las emulsiones

El emoliente representa el segundo mayor componente de una crema después del agua. Según sea una emulsión de aceite en agua O/W puede llegar a ser del 30% y en los casos de W/O aún mayor.

Cuando se habla de emoliente se hace referencia principalmente a los aceites y se asocia a diferentes sensaciones sensoriales. La elección del emoliente caracteriza un gran número de propiedades físico-químicas de la emulsión resultante. Está directamente relacionados con la sensación de suavidad, elasticidad, capacidad de propagación en la piel en el momento de su aplicación y de brillo (Chao et al. 2018).

Se pueden dividir cuatro grandes grupos de emolientes según su estructura química: (a) hidrocarburos, (b) alcoholes grasos, (c) ésteres y (d) derivados de la silicona. Los emolientes a base de hidrocarburos pueden provenir de fuentes animales, vegetales o minerales, y sintéticos. A nivel sensorial, este tipo de emolientes pueden disminuir la sensación aceitosa en la piel, dejándola ligera y agradable al tacto. Los hidrocarburos de origen natural se oxidan con mayor facilidad debido a la mayor inestabilidad proveniente de su alto grado de insaturación. Ganan estabilidad después del proceso de hidrogenación. Los emolientes de origen mineral presentan una mayor tensión superficial en superficies pequeñas, por lo que son idóneos para la elaboración de cremas faciales específicas para zonas pequeñas como puede ser el contorno de ojos o los labios.

Los ésteres con una cadena larga de hidrocarburos mejoran la tensión superficial y la viscosidad pero reducen la permeabilidad. Los derivados de la silicona se utilizan mucho en los productos cosméticos por las características que aportan. Originan emulsiones con una gran resistencia a la oxidación y a la humedad. Su baja tensión superficial permite extenderse de manera homogénea en la piel, formando una capa protectora. Dan una sensación no grasa y un tacto suave en la piel (Savary, Grisel, y Picard 2013).

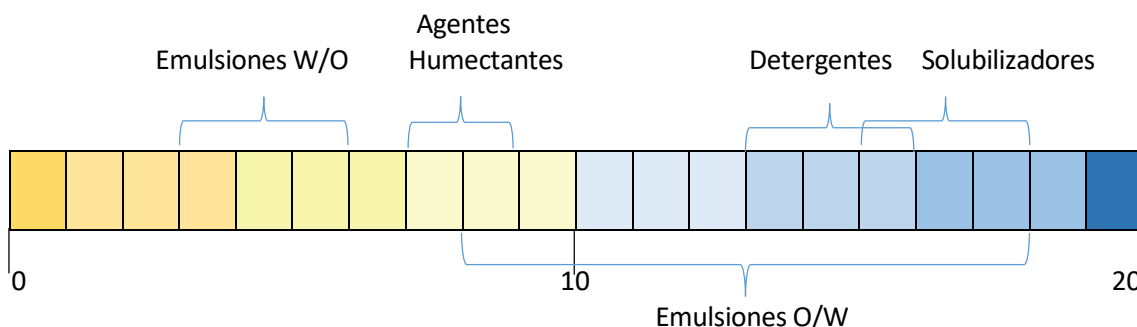
#### **1.2.2.2. Efecto del emulsionante en las emulsiones**

La elección del emulsionante permite definir cada una de las fases de la emulsión, es decir, la selección de uno u otro emulsionante determinará si la emulsión es de O/W, W/O o, con menor frecuencia, múltiple. Además los emulsionantes junto con el estabilizador determinarán la estabilidad de la emulsión.

En primer lugar, ¿Cómo se sabe si el agua es la fase continua o bien la discontinua?

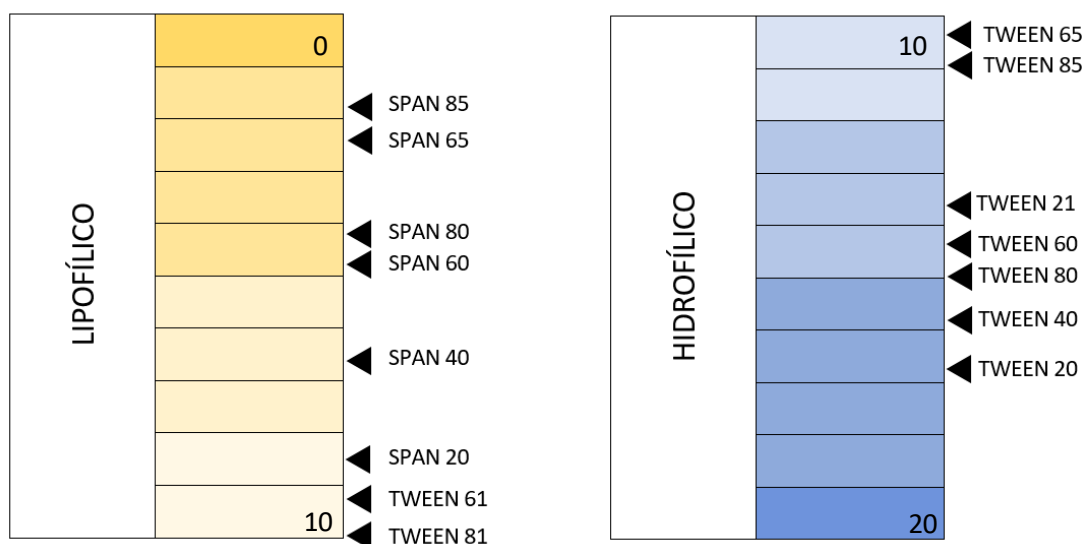
Griffin introdujo el sistema HLB (del inglés, *Hydriphile-Lipophile Balance*) que determina el balance hidrófilo y lipófilo de cada emulsionante agrupándoles en dos clases: los liposolubles, que forman emulsiones W/O y los hidrosolubles que forman emulsiones O/W. Griffin estableció una escala continua de solubilidad, denominada escala HLB basada en la mezcla de ácido oleico (100% de tendencia lipofílica) y oleato de sodio (100% de tendencia hidrofílica). Griffin asignó valores arbitrarios de 1 al ácido oleico y de 20 al oleato de sodio. Los valores intermedios se calculan con la relación:  $HLB=1 \cdot W_1+20 \cdot W_2$ , donde  $W_1$  es la fracción en peso de ácido oleico y  $W_2$  el de oleato de sodio (Jurado 2006).

Griffin verificó que para valores de HLB menores o iguales a 10 se obtenían emulsiones W/O, mientras que para los valores superiores a 10 se trataba de una emulsión O/W (Jurado 2006). Las aplicaciones de los emulsionantes según su HLB puede ser muy variado y queda reflejado en la *Ilustración 6*.



*Ilustración 6: Aplicaciones de los emulsionantes en función del HLB (Jurado 2006)*

En la *Ilustración 7* se muestran algunos de los emulsionantes más comunes en el sector cosmético y el valor de HLB correspondiente a cada uno de ellos.



*Ilustración 7: Valor de HLB de emulsionantes (Fuente: Modificado de (ICI Americas Inc 1980))*

Por otra parte, el emulsionante es uno de los componentes con mayor influencia en la estabilidad de la emulsión. El índice más importante de la estabilidad de emulsiones es la variación del área interfacial (la superficie) con el tiempo. Tras el transcurso del tiempo, las emulsiones empiezan a desestabilizarse como resultado del envejecimiento. EL área total de la superficie suele calcularse a partir de la distribución del tamaño de gota. Para partículas menores a 1µm es mejor utilizar la Dispersión Cuasielástica de Luz y con las gotas de más de 1µm es mejor utilizar un microscopio óptico (ICI Americas Inc 1980).

Los principales mecanismos de ruptura de las emulsiones en el que el emulsionante es partícipe del hecho son: el cremado, la floculación, y coalescencia. También existe la maduración de Ostwald, aunque este tipo de ruptura no puede reducirse modificando el emulsionante.

**Cremado o sedimentación inversa:** consiste en la formación de gotas en la fase superior, donde dicha fase tiene una densidad inferior que la del medio continuo.

**Floculación:** es la adhesión de gotas sin que la emulsión llegue a perder la estructura debido a la repulsión interfacial hacia las gotas formadas. Estos flóculos sedimentan más fácilmente que las gotas individuales. Este fenómeno es reversible ya que se pueden descomponer las gotas con una leve agitación manual.

**Coalescencia:** se forman agregados de gotas debido a las colisiones entre ellas. La interfase entre las gotas se rompe y se unen irreversiblemente, dando lugar a una separación total de las dos fases (Jurado 2006).

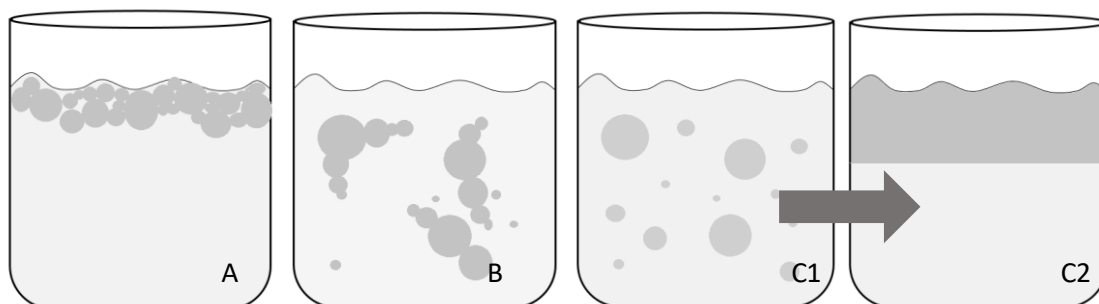
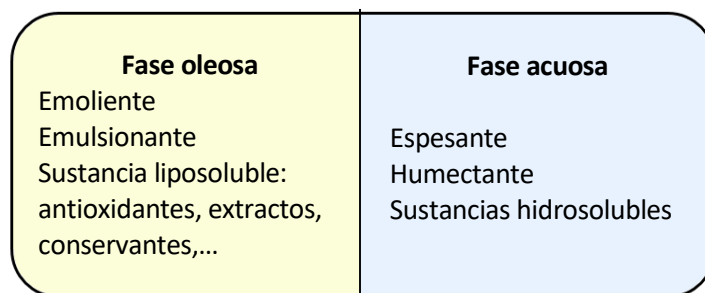


Ilustración 8: Cremado(A), Floculación (B) y proceso de coalescencia (C1 y C2)

### 1.2.3. Proceso de fabricación

Para la obtención de una crema que pueda comercializarse, el proceso de elaboración debe seguir unos pasos determinados. El proceso industrial se inicia con la preparación de las dos fases por separado: la fase oleosa y la fase acuosa, cada una con los componentes correspondientes. Se realiza la mezcla de fases y posteriormente se realizan los tratamientos específicos. Habitualmente, y siguiendo el estudio realizado por Raquel Costa y su colaboradora Lucia Santos (Costa y Santos 2017) la fase oleosa está compuesta por el emoliente, los emulsionantes y cualquier tipo de sustancia orgánica soluble que no sea volátil ni sensible a las temperaturas. Estos componentes pueden ser antioxidantes, extractos, conservante, etc.

Por otra parte, se trabaja la fase acuosa, constituida por los agentes espesantes, humectantes y de forma general cualquier componente que sea soluble en agua y resistente a altas temperaturas. Se pueden añadir neutralizantes aunque también se puede realizar al final del proceso.



Il·lustració 9: Fases del proceso de fabricació de una emulsió

Cada fase es mezclada y homogenizada mediante agitación a altas temperaturas (evitando la ruptura de la estructura fisicoquímica de las fases) y finalmente unidas, dando lugar a una emulsión totalmente homogénea. La velocidad de agitación al mezclarse las fases es un factor importante; debe ser constante e inferior a 10.000 rpm, para evitar la descomposición de las cadenas de carbono del espesante. Además de utilizar un homogeneizador para evitar la formación de burbujas. En este proceso habitualmente la temperatura del sistema aumenta por el uso de las máquinas lo cual favorece a la correcta formación de la emulsión o incluso en algunos casos, se debe aportar energía externa.

A continuación se deja enfriar y se añaden los componentes que pueden degradarse o perder su estructura fisicoquímica debido a elevadas temperaturas. Estos componentes pueden ser conservantes, antioxidantes y fragancias. Incorporar antioxidantes puede afectar al proceso de fabricación por lo que se utilizan “*delivery systems*” (1.4) que protege los ingredientes sensibles a la degradación y controla su liberación, asegurando estabilidad en el producto final.

Se ajusta el pH de la emulsión, se filtra para descartar cualquier tipo de partícula suspendida que haya podido quedar y está lista para ser llevada al mercado.

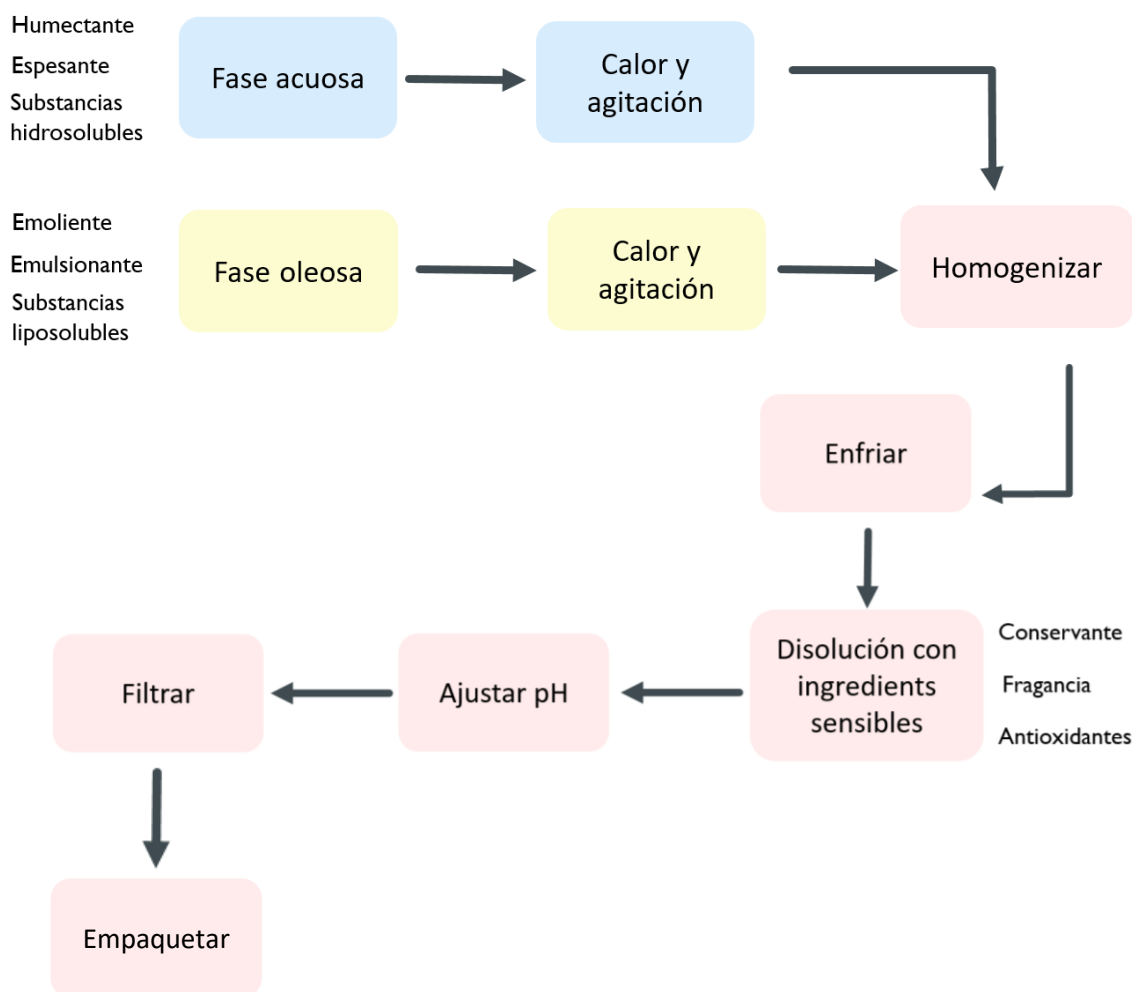


Diagrama 3: Proceso fabricación crema cosmética

### 1.3. Los antioxidantes

Los antioxidantes son moléculas normalmente de bajo peso molecular que en su estructura poseen muchos electrones y pueden cederlos a los radicales libres y así, convertir estos radicales libres en moléculas con oxígeno estable. Los antioxidantes permiten reducir el estrés oxidativo de la piel causado por las especies reactivas al oxígeno (ROS). Los antioxidantes son utilizados en alimentos, bebidas, productos farmacéuticos y cosméticos. Se usan como ingredientes activos beneficiosos para la salud. Las ROS pueden dañar estructuras celulares como los carbohidratos, ácidos nucleicos, lípidos y proteínas así como alterar sus funciones (Embuscado 2015).

Los ácidos nucleicos dañados de forma oxidativa se reparan mediante enzimas específicas; las proteínas oxidadas se eliminan mediante sistemas proteolíticos y los lípidos degradados se reparan mediante fosfolipasas y peroxidasas. El fallo de algunos de estos sistemas, debido principalmente al envejecimiento, produce la acumulación de especies oxidadas y con ello el daño celular (Poljsak, Šuput y Milisav 2013).

La estabilidad de los antioxidantes depende de la luz, el pH, la temperatura y el oxígeno presente (Ivonne y Ramos 2010). También depende de si la persona es o no fumadora, como se reflejan en los resultados obtenidos por el estudio de Gladys Block (Block 2002).

La luz ultravioleta (UV) es el componente de la luz solar con mayor efecto sobre la piel. Se clasifica en tres tipos: ultravioleta A (UVA), ultravioleta B (UVB) y ultravioleta C (UVC), según sea la longitud de onda. Las pequeñas dosis de UVA penetran entre 30-40 veces más profundamente en la epidermis en comparación con los UVB. El UVA muta y destruye el colágeno, la elastina y otras estructuras celulares dérmicas (Finkel y Holbrook 2000).

Los protectores solares pueden llegar a proteger y bloquear sólo un 55% de los radicales libres, siempre que se apliquen correctamente. Por tanto, es importante combinarlos con antioxidantes tópicos que, ejercen también un efecto de protección contra los rayos UV y ello permite que ayuden a neutralizar los radicales libres que se forman (Telang 2013).

La contaminación del aire se puede considerar como una mezcla de partículas: (a) gases (monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, etc.), (b) compuestos orgánicos (hidrocarburos aromáticos policíclicos, endotoxinas, ...) y (c) metales (níquel y magnesio, mayoritariamente) que atacan a la piel, produciendo estrés oxidativo y por lo tanto, inestabilidad cutánea (Aseervatham et al. 2013).

### 1.3.1. Estrés oxidativo

La piel está diseñada para la protección tanto física como bioquímica del cuerpo y, por tanto, está expuesta a un gran número de especies dañinas que pueden provocar estrés oxidativo.

El estrés oxidativo es la alteración en el equilibrio entre la producción de especies reactivas al oxígeno (radicales libres) y la capacidad de un sistema biológico de reparar el daño de las especies oxidantes, lo que lleva a un daño potencial. Por lo tanto, el estrés oxidativo es la repercusión de un aumento en la aparición de radicales libres, pero también de una actividad reducida del sistema de defensa antioxidante protector (Poljsak, Šuput y Milisav 2013).

Las especies oxidantes se generan en nuestra piel (a) de forma natural con su propia acción metabólica (es decir, de origen endógeno) o (b) al incidir sobre la piel la radiación ultravioleta del sol, el humo del tabaco o la contaminación, denominados especies “*Photo-ageing*”, que son la razón principal de la producción de las especies oxidantes reactivas (ROS) (Zhai y Maibach 2002).

Los organismos aeróbicos tienen un sistema de antioxidantes integrados que incluyen antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos para bloquear los efectos dañinos de las ROS. Sin embargo, los sistemas pueden no ser capaces de “neutralizar” todos los radicales libres que se forman (Birben et al. 2012).

Las ROS se pueden dividir en dos grupos: con radicales libres y sin radicales libres. Los radicales libres son átomos o moléculas pequeñas con alta capacidad reactiva que han perdido un electrón en su órbita más externa y al tratar de robarlo de otra molécula sana inician una reacción en cadena, oxidando los compuestos moleculares de las células. La moléculas sin radicales libres se forma cuando dos radicales libres comparten sus electrones no apareados (Betteridge 2000). Los radicales libres también contribuyen a la formación de manchas debido al deterioro de las membranas de las células cutáneas (Ivonne y Ramos 2010).

Las especies oxidantes reactivas más frecuentes son el anión  $O_2^-$ , el radical  $OH^*$  y el peróxido de hidrogeno ( $H_2O_2$ ) (Pisoschi y Pop 2015).

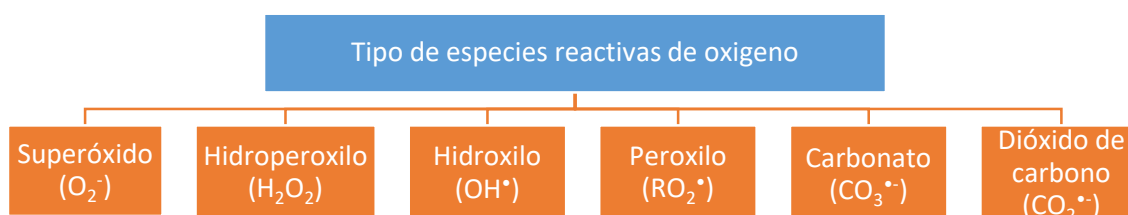


Diagrama 4: Tipo de especies reactivas de oxígeno (Fuente: Seleccionado de (Pisoschi y Pop 2015))

Para combatir el envejecimiento de la piel se impulsa el desarrollo de cosméticos multifuncionales con formulaciones asociadas a diferentes principios activos para mejorar la protección de la piel (Pisoschi y Pop 2015).

El estrés oxidativo puede provocar la pérdida de firmeza y elasticidad de la piel como también la deshidratación y por lo tanto ser más propensa a la aparición de arrugas debido a la disminución de la producción de colágeno, ácido hialurónico y elastina (Ivonne y Ramos 2010).

### 1.3.2. Clasificación de los antioxidantes

La clasificación de los antioxidantes puede basarse en diferentes parámetros o factores de interés. En el presente proyecto se ha decidido clasificar los antioxidantes según su estructura y origen del antioxidante. De esta manera, se clasifica según si contienen o no al menos un grupo fenólico y en el caso de los que si contengan el grupo, si es de origen natural o sintético (Castellano, Tena, and Torrens 2012).

Se decide realizar esta clasificación tras una búsqueda bibliográfica en artículos entre los que destaca el estudio realizado por Fereidoon Shahidi y su colaborador Pruyatharini Ambigaipalan (Shahidi y Ambigaipalan 2015). Se observa que en cosmética la clasificación de los antioxidantes para el uso cosmético se realiza mayoritariamente en función la estructura y el origen del antioxidante. Además, el estudio de los antioxidantes naturales y su comportamiento es uno de los factores predominantes en los ensayos prácticos.

### 1.3.2.1. Antioxidantes no-fenólicos

#### Vitamina A

La vitamina A o retinol (Figura 1) es un antioxidante liposoluble que ayuda a la formación de colágeno y ácido hialurónico. El retinol, al tener un peso molecular muy bajo, es capaz de llegar hasta las capas más profundas de la piel por lo que resulta muy apropiado para evitar y retrasar el envejecimiento de la piel. También tiene capacidad antiinflamatoria, hidratante y es ideal en tratamientos para combatir el acné (Manela-Azulay y Bagatin 2009).

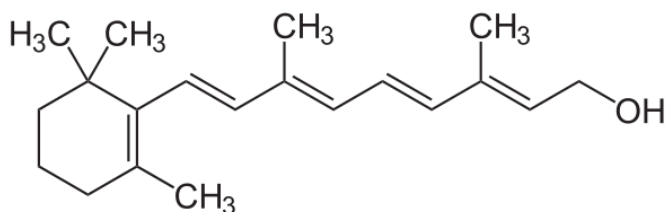


Figura 1: Estructura vitamina A (Fuente:(Manela-Azulay y Bagatin 2009))

#### Vitamina C

El ácido L-ascórbico (LAA) es la forma química activa de la vitamina C (Figura 2) y es el antioxidante más abundante en la piel humana aunque los seres humanos y algunos de los vertebrados carecen de la enzima *L-glucono-gamma lactona oxidasa* requerida para la síntesis *in vitro* de la vitamina C, por tanto, deben adquirirlo de fuentes naturales como frutas cítricas y vegetales (Draelos, Dover y Alama 2009).

El ácido LAA es soluble en agua y forma parte del grupo de antioxidantes que protege la piel de las especies reactivas del oxígeno (ROS). Cuando la piel está expuesta a la luz ultravioleta, la vitamina C protege la piel del estrés oxidativo mediante la donación secuencial de electrones para neutralizar los radicales libres. La vitamina C es efectiva tanto contra UVB (290-320nm) como UVA(320-400nm) (Matsuda et al. 2008).

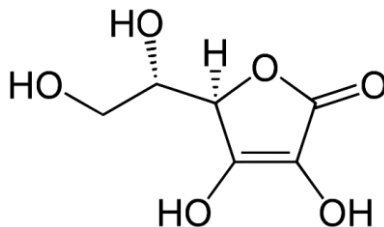


Figura 2: Estructura vitamina C o ácido L-ascórbico(Fuente: (Draelos, Dover y Alama 2009))

### 1.3.2.2. Antioxidantes fenólicos

Los antioxidantes con un grupo fenólico o más en su estructura molecular tienen un gran interés en la industria cosmética por su gran capacidad antioxidante y los beneficios que aportan a la piel. El potencial antioxidante de los compuestos fenólicos depende del número y posición del grupo hidroxilo en la molécula (Kiokias, Varzakas y Oreopoulou 2008).

Estructuralmente, los impuestos fenólicos comprenden un anillo aromático que lleva uno o más sustituyentes hidroxilo (Figura 3). Los compuestos fenólicos suelen estar presentes como conjugados con mono o polisacáridos (Balasundram, Sundram y Samman 2006).

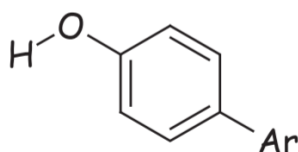


Figura 3: Estructura polifenol (Fuente: (Balasundram, Sundram y Samman 2006))

Las propiedades antioxidantes de los fenoles en base a su estructura molecular se basan en tres mecanismos (a) la reacción directa con los radicales libres; por transferencia de un átomo de hidrógeno (a.1.) o por transferencia de un electrón (a.2.), y (b) la quelación de metales libres.

Como antioxidantes primarios los fenoles inactivan los radicales libres de acuerdo con el mecanismo de transferencia de átomos de hidrogeno (HAT) o de transferencia de un solo electrón (SET). Cuanto más bajo sea el valor de entalpía de disociación de enlace (BDE), más fácil será la disociación del enlace fenólico O – H y la reacción con los radicales libres.

En el mecanismo HAT, el antioxidante, ArOH reacciona con el radical libre, R<sup>•</sup>, transfiriéndole un átomo de hidrogeno a través de la ruptura del enlace O-H (Figura 4).

Los productos de la reacción son especies de HR y el radical ArO<sup>•</sup> oxidado, que sigue siendo un radical pero con una reactividad mucho menor respecto a R porque ha sido estabilizado (Leopoldini, Russo y Toscano 2011).

El mecanismo SET (Figura 5) proviene de la donación de un electrón al radical R<sup>•</sup>. El potencial de ionización (IP en inglés) es el parámetro más significativo para la evaluación de la actividad de captación; cuanto menor sea el valor de IP, más fácil será la captura de electrones y la reacción con radicales libres. Los productos, R<sup>-</sup> y ArOH<sup>+•</sup> son especies energéticamente estables. Aunque se forme un radical libre, ArOH<sup>+•</sup> es menos reactiva respecto R<sup>•</sup>. Tanto el radical ArO<sup>•</sup> como ArOH<sup>+•</sup> tienen la posibilidad de estabilizarse con otras moléculas (Leopoldini, Russo y Toscano 2011).

1. Transferencia del átomo de hidrogeno (HAT, del inglés *Hydrogen atom transfer*)



Figura 4: Transferencia hidrógeno (Fuente: (Leopoldini, Russo y Toscano 2011))

2. Transferencia del electrón (SET, del inglés *Single electron transfer*)

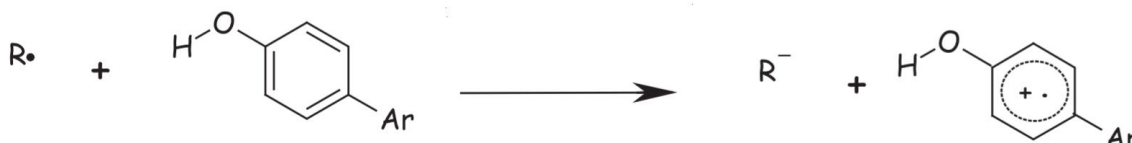


Figura 5: Transferencia de electrón (Fuente: (Leopoldini, Russo y Toscano 2011))

3. Quelación de metales de transición (TMC)

Otro mecanismo antioxidante, quelación de metales de transición (TMC) (Figura 6) surge de la posibilidad de que los iones de metales de transición puedan ser quelados por polifenoles, lo que conduce a compuestos complejos estables. Los fenoles atrapan metales y evitan que participen en las reacciones generando radicales libres (Leopoldini, Russo y Toscano 2011).

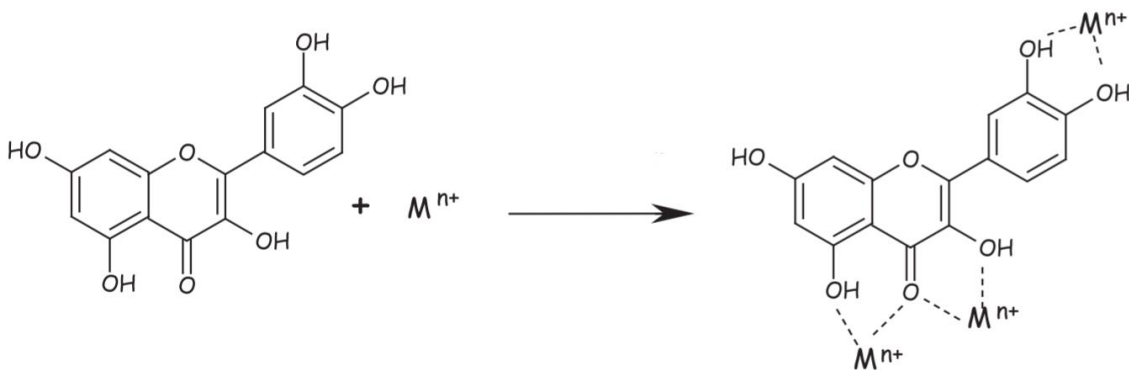
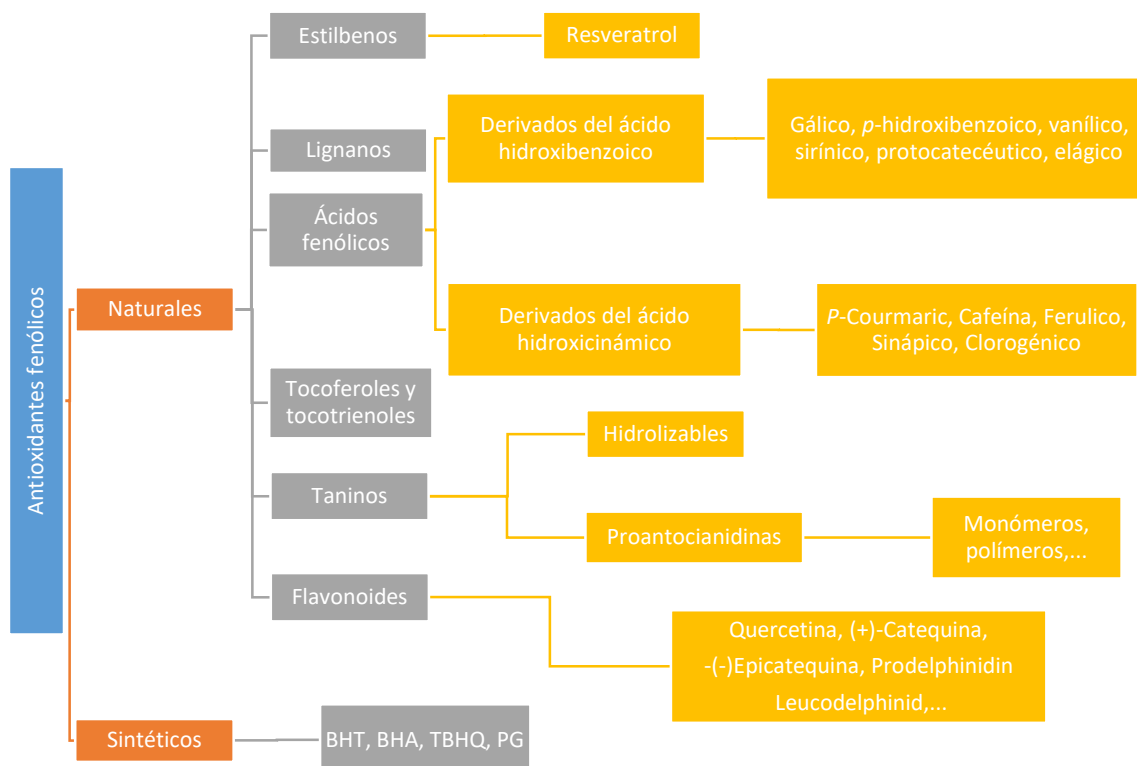


Figura 6: Quelación de metales de transición (Fuente: (Leopoldini, Russo y Toscano 2011))

En el Esquema 1 se expone la clasificación de los compuestos fenólicos según su origen. Se pueden encontrar antioxidantes de origen natural (principalmente vegetal) o bien de origen sintético.

Los antioxidantes de origen sintético tienen gran cabida en el mercado debido a su bajo coste de producción (Costa y Santos 2017). Sin embargo, algunos estudios sugieren que los antioxidantes sintéticos pueden producir efectos secundarios en la piel, como irritación cutánea o desarrollo de alguna alergia (Guan et al. 2005).

Con el estudio posterior de mercado se puede observar como los productos cosméticos con antioxidantes y otros componentes de origen sintético pierden mercado, mientras que aquellos productos con componentes naturales van ganando puestos en ventas tanto en el mercado español como en el resto del mundo.



Esquema 1: Antioxidantes fenólicos (Shahidi y Ambigaipalan 2015)

Los antioxidantes sintéticos principales son el BHA, BHT, TBHQ y PG.

### Butil hidroxi-anisol o BHA (E-320)

El BHA ( Figura 7) es un antioxidante fenólico utilizado principalmente como aditivo alimentario. Tanto el BHA como el BHT tienen una naturaleza volátil por lo que es ideal como aditivo en los materiales de embalaje de alimentos ya que pueden migrar hacia su interior. La combinación de BHA con BHT tiene efecto sinérgico, con mayor capacidad antioxidante que cualquiera de ellos utilizado individualmente (Chen, Pearson y Gray 1992).

### Butil hidroxi-tolueno o BHT (E-321)

El BHT (Figura 8) es un monofenol, soluble en grasas y aceites insolubles en agua y con mayor poder antioxidante que muchos antioxidantes grasos de origen animal y aceites vegetales (Guan et al. 2005).

### Terbutil hidroquinona o TBHQ (E-319)

El TBHQ (Figura 9) es un conservante altamente efectivo para los aceites vegetales, grasas animales y productos cárnicos. No cambia el sabor u olor del producto y tiene una gran capacidad impermeable por lo que se utiliza en cosmética para reducir la tasa de evaporación y mejorar la estabilidad del producto. Su eficacia aumenta con la combinación con componentes como el ácido cítrico y el monoacilglicerol de citrato (Guan et al. 2005).

### Propil Galato o PG (E-310)

El PG (Figura 10) es un éster del ácido gálico, poco soluble en agua e inestable a temperaturas superiores a los 100°C (Guan et al. 2005).

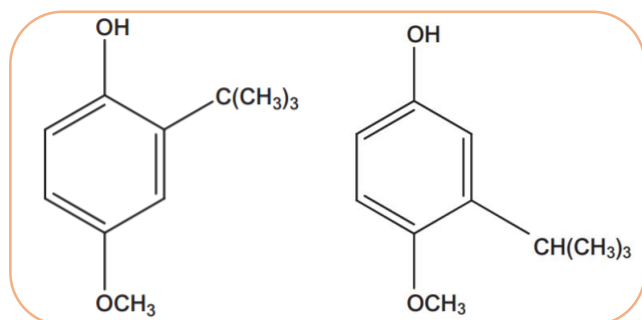


Figura 7: Estructura BHA (Fuente:(Guan et al. 2005))

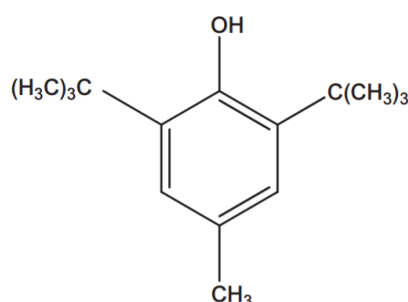


Figura 8: Estructura BHT (Fuente: (Guan et al. 2005))

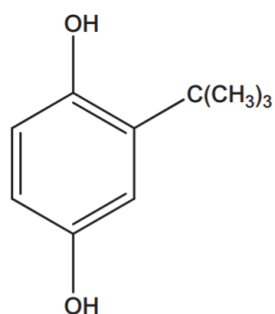


Figura 9: Estructura TBHQ(Fuente: (Guan et al. 2005))

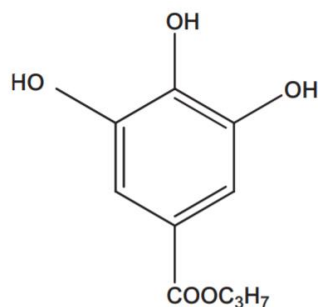


Figura 10: Estructura PG (Fuente: (Guan et al. 2005))

Por el otro lado, los compuestos antioxidantes naturales son principalmente los ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos, taninos y tocoferoles y tocotrienoles.

## Ácidos fenólicos

Los ácidos fenólicos provienen de vegetales y se utilizan como compuestos bioactivos multifuncionales gracias a sus múltiples efectos beneficiosos para el cuerpo. Se atribuye principalmente propiedades antioxidantes pero también tiene características antimutagénicas, anticancerígenas, antiinflamatorias y antimicrobianas entre otras propiedades biológicas (Xu et al. 2008).

*Los derivados sustituidos de los ácidos hidroxibenzoico (*

Figura 11) e hidroxicinámico (Figura 12) son los ácidos fenólicos predominantes en plantas. Algunos de los productos naturales con mayor concentración de ácidos fenólicos son: el jengibre seco, hinojo, granos de café, granos de mostaza, zumo de naranja, pimienta, plantas aromáticas (como tomillo, romero, orégano, albahaca, etc.) y vino (Oroian y Escriche 2015)

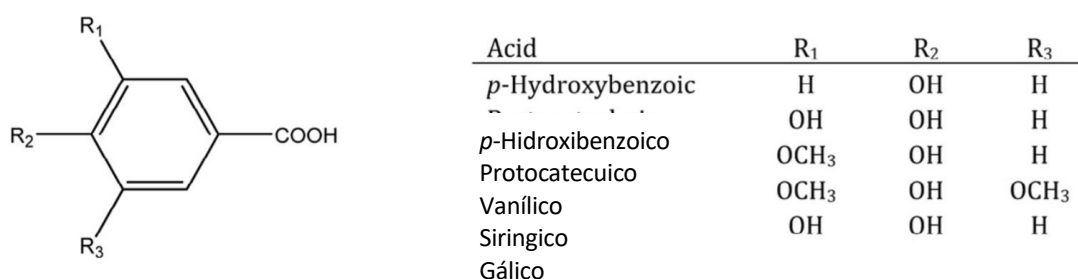


Figura 11: Estructura molecular ácido hidróxidobenzoico (Fuente: (Shahidi and Ambigaipalan 2015))

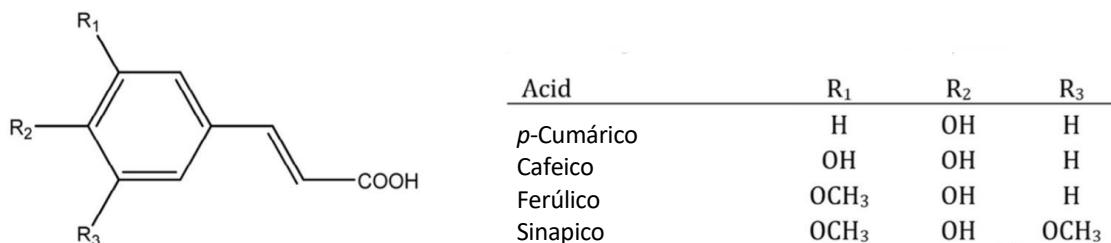


Figura 12: Estructura molecular ácido hidroxicinámico (Fuente: (Shahidi and Ambigaipalan 2015))

## Flavonoides

Los flavonoides (Figura 13) son compuestos de bajo peso molecular que presenta dos anillos aromáticos unidos por un puente de tres carbonos (generalmente en forma de anillo heterocíclico) y constituyen el mayor grupo de fenólico de origen vegetal, con más de ocho mil compuestos diferentes (Balasundram, Sundram y Samman 2006).

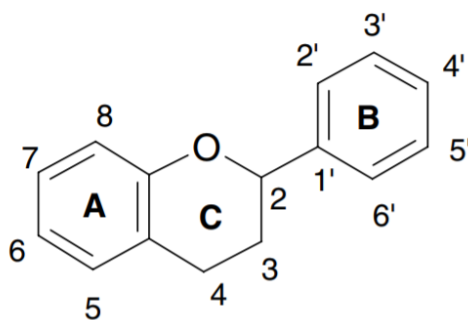


Figura 13: Estructura molecular de los flavonoides (Fuente: (Nacz y Shahidi 2004))

### Estilbenos

Los estilbenos (Figura 14) son compuestos fenólicos que en su estructura química tienen dos anillos aromáticos unidos por un puente de eteno. Existen en forma monómera, como el resveratrol u oligomérica. Poseen también efectos beneficiosos para la salud a concentraciones inferiores respecto a otros compuestos fenólicos. El estilbeno dietético principal proviene del vino tinto aunque también contienen estos compuestos fenólicos las almendras, el chocolate y el cacao (Lv et al. 2007).

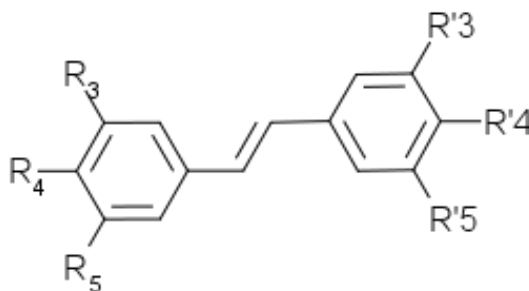


Figura 14: Estructura de los estilbenos (Fuente: (Oroian y Escriche 2015))

### Taninos

Los taninos (Figura 15) son moléculas sintetizadas como metabolitos secundarios en plantas. Tienen propiedades anticancerígenas, antiinflamatorias, antibacteriana, anti-diabéticas y antioxidantes. Según su estructura se pueden ser macromoléculas hidrolizables o bien macromoléculas condensadas. Los taninos hidrolizables tienen un peso molecular menor y además tienen una mayor actividad antioxidante. Algunos de los componentes naturales con taninos condensados son los caquis y granos de café verde; en el caso de los hidrolizables, se encuentran los mangos, granadas, fresas, nueces, cerezo, etc. (Oroian y Escriche 2015).

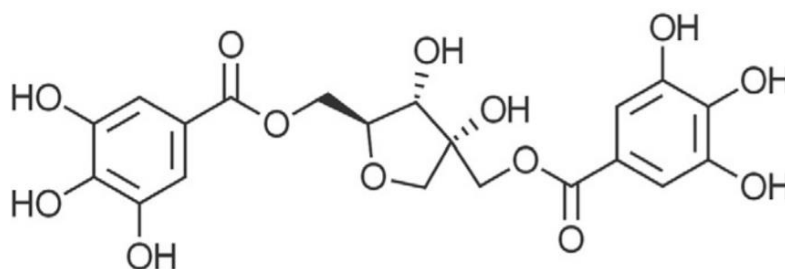


Figura 15: Estructura de los taninos (Fuente:(Oroian y Escrache 2015))

### Tocoferoles y tocotrienoles

Los tocoferoles y tocotrienoles (denominados comúnmente como vitamina E) son sintetizados por plantas y deben obtenerse a través de la dieta. Las fuentes más ricas son las nueces, espinacas, aceite de oliva y aceite de girasol. Hay ocho tipos de vitamina E o vitámeros: ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - y  $\sigma$ -tocoferoles y sus correspondientes tocotrienoles), siendo el  $\gamma$ -tocoferol el más abundante en la dieta, mientras que el  $\alpha$ -tocoferol ( $\alpha$ -Toc) es el derivado de vitamina E más abundante en tejidos humanos y sueros, además de ser el más estable (Abid Keen y Hassan 2016).

Su aplicación más común es en el tratamiento de quemaduras, cicatrices y heridas aunque también tiene es utilizado en cremas de antienvjecimiento.

Aunque la vitamina C y E pueden actuar en solitario proporcionando fotoprotección, funcionan mejor en conjunto, potenciando la acción de la vitamina C cuatro veces debido a que juntos protegen los compartimentos hidrófilos y lipófilos de la célula, gracias a las características de la vitamina C y E, respectivamente(Telang 2013).

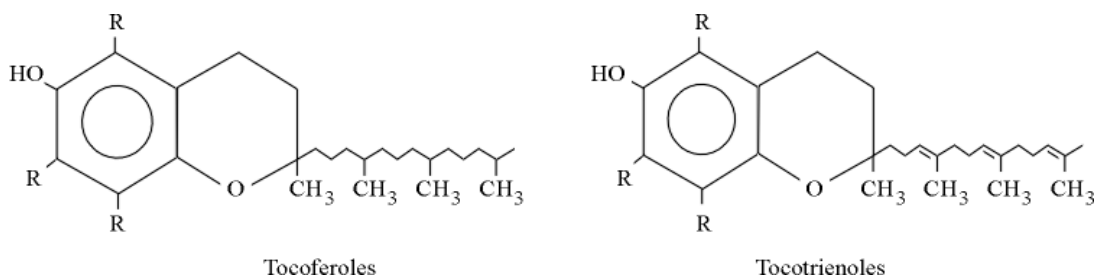


Figura 16: Estructura química de los tocoferoles y tocotrienoles (Fuente:(Rodríguez 1997))

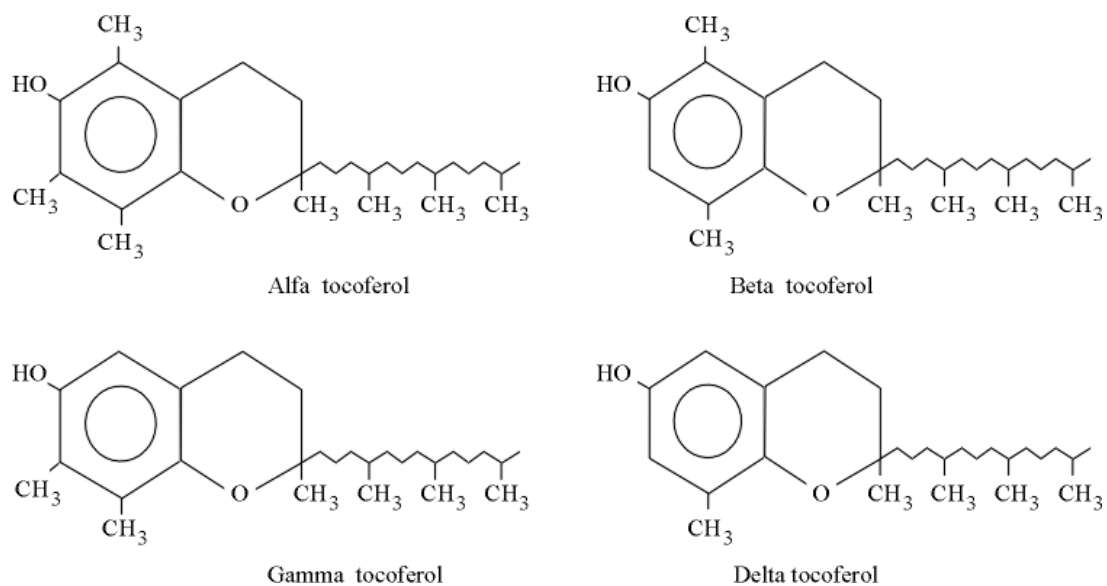


Figura 17: Estructura química de los tocoferoles (Fuente: (Rodríguez 1997))

### 1.3.3. Antioxidantes sintéticos vs Naturales

En la Tabla 2 se realiza un estudio de las diferencias más significativas entre los antioxidantes de origen vegetal y aquellos obtenidos sintéticamente.

	Sintético	Natural
<b>Precio</b>	Barato	Caro
<b>Aplicaciones</b>	Amplias	Productos restringidos
<b>Actividad</b>	Media-Alta	Alta
<b>Opinión actual</b>	Creciente preocupación por la seguridad	Percibidas como sustancias inocuas
<b>Uso</b>	Algunos prohibidos	Aumento del uso y expansión
<b>Solubilidad</b>	Baja solubilidad en agua	Amplia gama de solubilidades
<b>Interés</b>	Decreciente	Creciente
<b>Metabolización</b>	Algunos de ellos almacenados en tejido adiposo	Completamente metabolizado

Tabla 2: Diferencias significativas entre los antioxidantes sintéticos y naturales (Fuente: Modificado de (Gülçin 2012))

### 1.3.4. Combinación de antioxidantes

La combinación de protectores y extractos vegetales aportan efectos antioxidantes y protectores que mejoran la piel y previenen del daño causado por la radiación UV y el estrés oxidativo. Se ha estudiado ampliamente. Cabe destacar el estudio realizado por Mirela Gianeti (Gianeti y Campos 2014) que demuestra lo siguiente:

1. Las formulaciones cosméticas que combinan vitaminas y extractos vegetales producen un efecto antioxidante mayor debido a la reducción de la incidencia de los rayos UV.

2. La combinación de TiO<sub>2</sub> (inorgánico) con filtros orgánicos usados como filtros UV (metoxicinamato de etilhexilo, benzofenona y octocrileno), derivados de vitaminas (palmitato de retinilo, tetraisopalmitato de ascorbilo y acetato de tocoferilo) y extractos botánicos permite reducir la acción oxidativa y aumenta la protección frente a los rayos UV.
3. Los extractos ricos en aminoácidos mejoraron la firmeza y suavidad de la piel y también reducen las arrugas.

Además, el estudio de Ratz-tyko (Ratz-Łyko y Arct 2018) añade que:

4. La penetración del resveratrol aumenta cuando es encapsulado junto la curcumina gracias a la interacción entre la curcumina y la capa córnea que facilita la absorción del resveratrol.

### 1.3.5. Estudio de antioxidantes de los componentes seleccionados para la realización de las emulsiones

Los productos con los que se trabaja en este proyecto son el **higo** y los **residuos de vino tinto**. Se han elegido estos dos componentes como ingredientes activos a estudiar porque, en el caso del residuo de vino, es el componente clave para ser incorporado en la marca financiada por el inversor de la **empresa A** y, en el caso del higo, el grupo de investigación de antioxidantes de *la Universitat Politècnica de Catalunya* (ETSEIB) posee estudios anteriores realizados con este fruto por lo que se procede a ampliar sus conocimientos, además del interés por parte de la farmacéutica. A continuación, se realiza un estudio de la composición de cada uno de ellos y los beneficios antioxidantes que tiene su aplicación en la piel con el fin de adquirir conocimientos para poder analizar con mayor precisión los resultados obtenidos en el apartado 5.

#### 1.3.5.1. *Ficus carica* L.

La familia de las moráceas se divide en cinco tribus, entre ellas las *Ficeae* con más de 750 especies. *Ficus* es uno de los treinta y siete géneros de esta familia. La especie de higo de mayor importancia comercial es *Ficus carica* L. o comúnmente conocida como higo, tiene su origen en Oriente Medio con España como líder en la producción Europea, con un total de unos 28 toneladas/año. Es una de las primeras plantas cultivadas los humanos y además presenta un consumo importante a nivel mundial. La mayor parte de la producción se produce hoy en día en la zona del Mediterráneo. Las plantas son arbustos o árboles pequeños; el follaje es sencillo, alterno y grande, profundamente lobulado con tres o siete lóbulos, áspero y peludo en la superficie superior y suave, peluda en la parte inferior. La corteza es lisa y gris (Barolo, Ruiz Mostacero y López 2014).

La comercialización del higo produce muchos subproductos debido al exceso de maduración de algunos de los productos, a una textura o apariencia poco deseable para el consumo... Esta pérdida

resulta un coste económico real, ya que sigue siendo un producto con un alto contenido en componentes bioactivos que pueden ser extraídos del fruto y ser utilizados (Viuda-Martos et al. 2015).

La *Ficus carica L.* es una fuente de minerales, vitaminas y fibras, libres de colesterol y con un número elevado de aminoácidos (R. Chen et al. 2015). Contienen muchos antioxidantes que inhiben los mecanismos oxidativos que pueden conducir a enfermedades degenerativas. Son una buena fuente de flavonoides y polifenoles y algunos compuestos bioactivos como arabinosa,  $\beta$ -amirinas,  $\beta$ -carotinas, glucósidos,  $\beta$ -setosteroles y xanthotoxol (Jasmine, Manikandan, and Karthikeyan 2015). Los higos son productos ricos en fibra, aminoácidos (ácido aspártico y glutamina), vitaminas (tiamina y riboflavina), carotenoides (luteína, criptoxantina, licopeno,  $\beta$ -caroteno), minerales (hierro, calcio, potasio), azúcares y ácidos orgánicos. Además, las frutas son libres de sodio, grasa y colesterol. Se utilizan en diversos trastornos como los trastornos gastrointestinales respiratorios, inflamatorios, cardiovasculares, enfermedades ulcerativas y cánceres (Wojdyło et al. 2016).

#### **1.3.5.2. *Vitis vinífera L.***

Los viñedos presentan el cultivo de fruta más grande del mundo, siendo las uvas del género *Vitis vinífera L.* las más cosechadas.

En el proceso de vinificación de las uvas, los compuestos fenólicos son solo parcialmente extraídos del mosto, por lo que una considerable parte de estos compuestos bioactivos permanecen a las pieles y semillas de las uvas que son desechados después del proceso como residuos de vino. Estos residuos contienen aproximadamente el 20% del peso de la uva y poseen cualidades buscadas en la industria cosmética (Markoski et al. 2016).

Los principales usos de los compuestos fenólicos de las uvas son:

1. Conservantes naturales en la industria alimentaria y piensos para evitar incorporar compuestos sintéticos
2. Agentes alternativos con potencial para la aplicación de nuevas estrategias de prevención de infecciones.
3. Suplementos nutricionales o digestivos que son absorbidos y metabolizados por los humanos.
4. Uso en cosméticos. Los extractos preparados a partir de los residuos de vino son una fuente de polifenoles que se pueden utilizar como antioxidantes naturales en la industria cosmética. Los niveles de polifenoles presentes pueden variar en función de la variedad de uva, las condiciones climáticas, la destilación realizada, el prensado, el tipo y duración del secado y el proceso de extracción de los fenoles en los residuos (Trošt et al. 2016).

La pulpa, la piel, las semillas y los tallos de las uvas del género *Vitis* son relativamente ricos en compuestos no flavonoides. La cantidad total de polifenoles en los vinos tintos se estima que oscila entre 2000 y 6000 mg / L. Los principales polifenoles bioactivos en los vinos tintos son flavonoles,

antocianinas y resveratrol. Flavonoides, que representan más del 85% de los componentes fenólicos en vino tinto. El valor de compuestos fenólicos totales presentes en el vino blanco es 10 veces menor que en el vino tinto (Markoski et al. 2016).

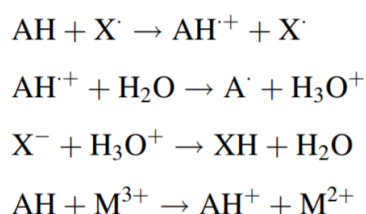
Compuestos fenólicos	Vino tinto (mg/GAE/L)	Vino blanco (mg/GAE/L)
Catequina	191	35
Epigallocatequina	82	21
Ácido gálico	95	7
Cianidina-3-glucósido	3	0
Malvidina-3-glucósido	24	1
Rutina	9	0
Quercetina	8	0
Miricitina	9	0
Ácido cafeico	7,1	2,8
Resveratrol	1,5	0
<b>CONTENIDO TOTAL</b>	<b>2567</b>	<b>239</b>

Imagen 8: Contenido de compuestos fenólicos expresado en mg/GAE/L (Fuente: Modificado de (Markoski et al. 2016))

### 1.3.6. Métodos para determinar la capacidad antioxidante

Para determinar la capacidad antioxidante de los extractos liofilizados de higos y los residuos de vino tinto, y en general de cualquier componente con antioxidantes, se puede realizar mediante dos mecanismos diferentes: por transferencia de electrones (SET) y por transferencia de átomos de hidrogeno (HAT) (1.3.2.2) (Gülçin 2012). El resultado final es el mismo, independientemente del mecanismo, pero la cinética y el potencial de reacciones secundarias son diferentes y habitualmente ocurren los dos mecanismos en una misma muestra.

Los métodos basados en SET detectan la capacidad de un antioxidante para transferir un electrón y reducir cualquier compuesto, incluidos metales, carbonilos y radicales. Para analizar cuantitativamente el resultado, la muestra reacciona con un compuesto que experimenta un cambio de color a medida que se reduce el oxidante (Rior 2005).

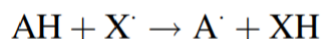


La reactividad relativa en los métodos SET se basa principalmente en la desprotonación e ionización potencial del grupo funcional reactivo. Así, las reacciones de SET son dependientes del pH y en general, los valores del potencial de ionización disminuyen al aumentar el pH (Rock and Brunswick 2005).

Los métodos basados en SET incluyen (Gülçin 2012):

- a. Determinación de polifenoles totales por ensayo del reactivo Folin-Ciocalteu (TPC, del inglés *Total phenolic concentration*)
- b. Capacidad antioxidante de equivalencia Trolox (TEAC, del inglés *Trolox equivalent antioxidant capacity*)
- c. Ensayo del potencial antioxidante total utilizando un complejo  $\text{Cu}^{2+}$  como oxidante
- d. Ensayo utilizando el radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH<sup>\*</sup>)
- e. Ensayo utilizando el radical 2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS<sup>\*\*</sup>)
- f. Ensayo de poder antioxidante reductor de hierro (FRAP, del inglés *Ferric ion reducing antioxidant power*)
- g. Ensayo utilizando el radical N,N- dimetil-p-fenilendiamina (DMPD<sup>+</sup>)
- h. Ensayos de iones cúpricos ( $\text{Cu}^{2+}$ ) que reducen el poder antioxidante (CUPRAC, del inglés *Cupric ions reducing antioxidant power*)

Los métodos basados en HAT miden la capacidad antioxidante mediante la donación de hidrógeno. Las reacciones de HAT son independientes del disolvente y del pH. La reactividad relativa de estos métodos viene determinada por la energía de disociación del enlace del grupo donante de H del antioxidante (Miguel 2010).



Los métodos basados en la reacción HAT incluyen (Gülçin 2012):

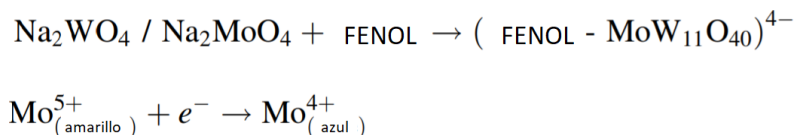
- a. Capacidad de absorbanza de radicales de oxígeno (ORAC, del inglés *Oxygen radical absorbance capacity*)
- b. Parámetro antioxidante total de la captura de radicales (TRAP, del inglés *Total radical-trapping antioxidant parameter*)
- c. Inhibición de la oxidación inducida de LDL
- d. Ensayos de blanqueo de crocina
- e. Ensayo quimioluminiscente

En este proyecto se realizan los métodos TPC, DPPH, ABTS y FRAP.

#### **1.3.6.1. Método de polifenoles totales (TPC)**

El método de polifenoles totales, también conocido como ensayo Folin-Ciocalteu, se utiliza para determinar el contenido total de compuestos fenólicos en productos vegetales (Gülçin 2012). Los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu dando lugar a un producto de color azul, el cual tiene un máximo espectrofotométrico a 765 nm. Este color es fruto de la transferencia de electrones a pH básico (Huang, Ou y Prior 2005).

El reactivo Folin-Ciocalteu contiene una mezcla de wolframato y molibdato de sodio en ácido fosfórico. Estos compuestos forman el ácido fosfomolibdotúngstico (de color amarillo), el cual da lugar a un complejo de color azul intenso al ser reducido por los grupos fenólicos (Gülçin 2012) en una solución saturada de carbonato de sodio.



Este método utiliza el ácido gálico (Figura 18) como fenol estándar de referencia. La intensidad del color final es medida para evaluar el contenido de polifenoles, la que se cuantifica mediante una recta de calibrado de este ácido.

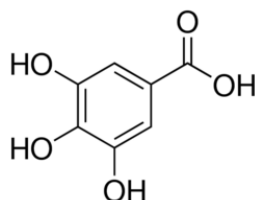


Figura 18: Ácido gálico (Fuente:(Gülçin 2012))

Los resultados obtenidos de este método se expresan como miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (mg GAE / g).

#### 1.3.6.2. Método DPPH

El método DPPH utiliza el radical libre estable 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH\*) de color violeta muy fuerte que tiene un máximo a  $\lambda = 517$  nm. Este radical tiene un electrón desapareado y al mezclarse con una sustancia antioxidante, se decolora hacia un color residual amarillo pálido del grupo picril todavía presente, con la consiguiente disminución de la absorbancia a 517 nm (Teixeira et al. 2013).

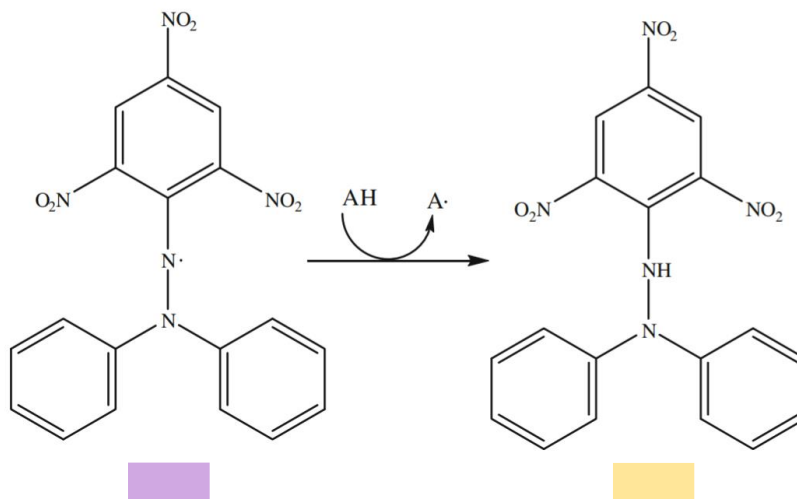


Figura 19: Reacci3n de reducci3n del DPPH (Fuente:(Teixeira et al. 2013))

La capacidad antioxidante es medida como la capacidad de los compuestos de disminuir el color reaccionando con el radical, debido al cambio de configuraci3n. El porcentaje de captaci3n del radical libre DPPH se obtiene por diferencia de absorbancia seg3n la siguiente f3rmula:

$$\% \text{ inhibici3n} = \left( \frac{AD-AM}{AD} - \frac{AD-AB}{AD} \right) \cdot 100$$

D3nde:

AD = absorbancia del DPPH

AM = absorbancia de la muestra + DPPH

AB = absorbancia del blanco + DPPH

La concentraci3n de Trolox que reacciona con una determinada cantidad de DPPH\* en el medio de reacci3n se calcula a partir de una recta de calibrado obtenida por regresi3n lineal, donde el Trolox (Figura 20) es utilizado como antioxidante sint3tico de referencia.

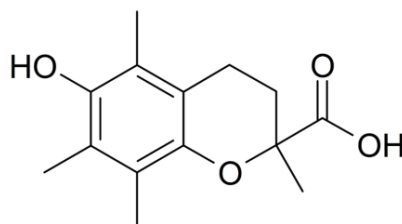


Figura 20: Estructura molecular del Trolox

Los resultados obtenidos de este m3todo se pueden expresar en forma de porcentaje de inhibici3n o como micromoles equivalentes de Trolox por gramo de muestra ( $\mu\text{mol TE / g}$ ).

### 1.3.6.3. Método ABTS

El radical ABTS<sup>•+</sup> se obtiene de la reacción de ABTS (Figura 21) con peroxodisulfato de potasio en la oscuridad, durante 16 horas. El color del radical es un verde oscuro muy intenso, con un máximo a 734 nm. La sustancia antioxidante reduce el radical ABTS<sup>•+</sup> a ABTS, decolorándolo, con la consiguiente disminución de la absorbancia (Huang, Ou y Prior 2005).

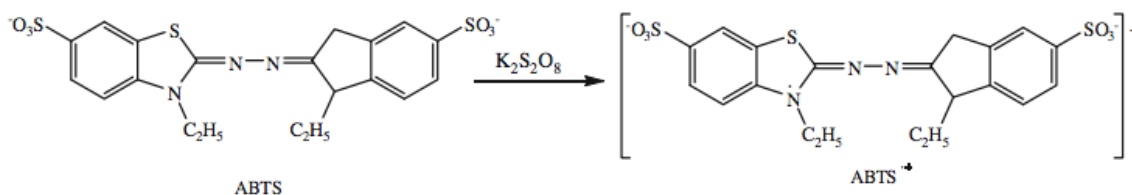


Figura 21: Oxidación del ABTS i generació del radical ABTS<sup>•+</sup> (Fuente:(Huang, Ou, and Prior 2005))

La capacidad antioxidante es medida como la habilidad de los compuestos de disminuir el color reaccionando con el radical. El porcentaje de captación del radical ABTS se obtiene por diferencia de absorbancia según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ inhibición} = \left( \frac{AA-AM}{AA} - \frac{AA-AB}{AA} \right) \cdot 100$$

Dónde:

AA = absorbancia del ABTS<sup>•+</sup>

AM = absorbancia de la muestra + ABTS<sup>•+</sup>

AB = absorbancia del blanco + ABTS<sup>•+</sup>

El Trolox es utilizado como antioxidante sintético de referencia para realizar la recta de calibrado.

Los resultados obtenidos de este método se pueden expresar en forma de porcentaje de inhibición o como micromoles equivalentes de Trolox por gramo de muestra (μmol TE / g).

### 1.3.6.4. Método FRAP

El método FRAP mide la capacidad antioxidante de una muestra de acuerdo con su capacidad para reducir el hierro férrico (Fe<sup>+3</sup>) presente en un complejo con la 2,4,6-tris (2-piridil) -s-triazina (TPTZ) hasta la forma ferrosa (Fe<sup>+2</sup>). Esta reacción (Figura 22) origina un producto de color azul intenso, con λ<sub>máx</sub> = 593 nm (Huang, Ou y Prior 2005).

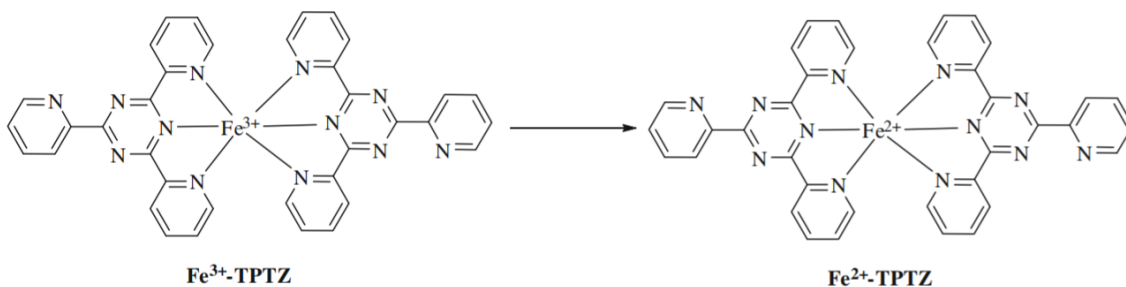


Figura 22: Reacció del ensayo FRAP (Fuente: (Gülçin 2012))

## 1.4. Sistema de liberación o *delivery system*

En los sistemas de liberación tradicionales, los activos se administran en una liberación de ráfaga, lo que significa que la dosis completa del principio activo se administra de una vez o en un período de tiempo corto. La entrega de demasiado activo a la vez puede causar irritación, mientras que un poco de activo lo hará ineficaz. Para compensar esto, los consumidores de estos productos se ven obligados a usar el producto varias veces al día. Esto no es conveniente ni económico para el consumidor y muchas veces puede llevar a efectos secundarios negativos. Así pues, se considera un sistema con un perfil de liberación controlada (Chen et al. 2017).

Los “*delivery systems*” se utilizan para:

1. Mejorar la penetración del ingrediente activo a través de las capas de la piel, promoviendo una entrega controlada y dirigida. Además es un sistema de protección del ingrediente activo.
2. Mantener el producto activo en las capas adecuadas y por lo tanto, es importante tener en cuenta dos factores: como penetran las moléculas activas según su ruptura y la liberación. La liberación es especialmente importante cuando el ingrediente activo puede causar irritación a concentraciones altas.
3. Evitar la reacción entre el ingrediente encapsulado y otras moléculas del producto. La vida útil de un producto cosmético generalmente no superan los dos años, por lo que los ingredientes sensibles a factores externos como la luz, el oxígeno y el calor deben estabilizarse mediante su protección.
4. Enmascarar propiedades no deseadas o evitar la evaporación de los ingredientes volátiles.
5. Ahorro en los costes de componentes ya que supone una reducción de ingredientes en la formulación.
6. Creación de una barrera física que evite el contacto del agente activo con la matriz externa, protegiendo sustancias sensibles a la humedad, pH, luz, oxígeno y otras moléculas presentes.

Se puede usar una amplia variedad de agentes encapsulantes, tanto de origen sintético como natural. Su elección debe hacerse de acuerdo con la aplicación de partículas, el material del núcleo seleccionado, la estabilidad física y química, el tamaño de partícula requerido, el mecanismo de liberación y los costes de fabricación (Patravale and Mandawgade 2008).

En el sector cosmético los sistemas de liberación pueden clasificarse en tres tipos diferentes. Los sistemas vesiculares que incluyen liposomas, niosomas y trasfersomas, las emulsiones, clasificables entre microemulsiones y nanoemulsiones, y finalmente los sistemas particulados, donde se encuentran micropartículas, nanopartículas y nanoestructuras (Müller-Goymann 2004).

#### **1.4.1. Sistemas vesiculares**

Los liposomas son vesículas con un núcleo hidrófilo y rodeadas por al menos una bicapa de fosfolípidos. A pesar de su núcleo hidrófilo, los liposomas pueden encapsular moléculas hidrofóbicas, hidrofílicas o anfifílicas.

Las moléculas hidrofóbicas quedan entre la bicapa lipídica, pero se libera rápidamente su contenido, mientras que los hidrofílicos se encapsulan en el núcleo. Las anfifílicas permanecen en la superficie del W/O de acuerdo con su afinidad por los componentes del liposoma. Son utilizados como sistemas de entrega por su biocompatibilidad, biodegradabilidad, baja toxicidad, fácil preparación, tiempo de circulación prolongado y capacidad de incrementar la vida útil de los productos (Sebaaly et al. 2016).

Los niosomas son biocompatibles y biodegradables compuestos por vesículas surfactantes no iónicas y en algunos casos de colesterol y sus derivados (Shilpa, Srinivasan y Chauhan 2011).

Finalmente los trasfersomas son vesículas deformables compuestas por fosfolípidos y un activador de borde. El activador de borde suele ser un surfactante de cadena única que tiene como función reducir la rigidez de la bicapa (Al Shuwaili, Rasool y Abdulrasool 2016).

#### **1.4.2. Emulsiones: microemulsiones y nanoemulsiones**

Las microemulsiones son estables, transparentes o translúcidas dispersas en agua y aceite y estabilizadas por una película interfacial de moléculas tensoactivas. La elaboración de microemulsiones mejora la penetración de los ingredientes activos e incrementa el efecto humectante. También aumenta la eficacia fotoprotectora. La eficiencia de ácidos como el tri-decil salicílico aumentó cuando se incorporó en la microemulsión, mejorando el efecto antienvjecimiento (Patravale y Mandawgade 2008).

Las nanoemulsiones consisten en dispersiones de aceite en agua formando gotas menores de 100nm. En comparación con las microemulsiones, se encuentran en un estado más estable y son

sistemas muy frágiles por naturaleza. Sus estructuras dependen del proceso utilizado para prepararlas. Se pueden preparar mediante emulsificación espontánea, como la emulsión a temperatura de inversión de fase (PIT) o la composición de inversión de fase, o mediante el uso de un dispositivo de alto cizallamiento, que permite un mejor control del tamaño de gotitas y una gran selección de composiciones. Las nanoemulsiones se utilizan en el cuidado de la piel debido a sus buenas propiedades sensoriales (penetración rápida, texturas de fusión) y sus propiedades biofísicas (especialmente, poder hidratante). Conducen a una gran variedad de productos, desde fluidos similares al agua hasta geles anillados. Las lociones, las leches transparentes, los geles con diferentes comportamientos reológicos se permiten con las nanoemulsiones (Patravale y Mandawgade 2008).

### 1.4.3. Nanopartículas, nanoestructuras y micropartículas

El tamaño de partícula también interfiere con la liberación del ingrediente activo. Los ingredientes activos atrapados en partículas más pequeñas tienen un mayor acceso a la fase externa, lo que puede conducir a una liberación más rápida por difusión, una penetración más rápida de agua en la partícula y una menor carga de fármaco. La adsorción de moléculas en la superficie también ocurre durante la formación de partículas, y acentúa cuanto más pequeña es la partícula. Por otro lado, las partículas más pequeñas pueden tener una mejor unión por unidad de masa de partículas que las más grandes, lo que podría ser útil para adherirse a la piel.

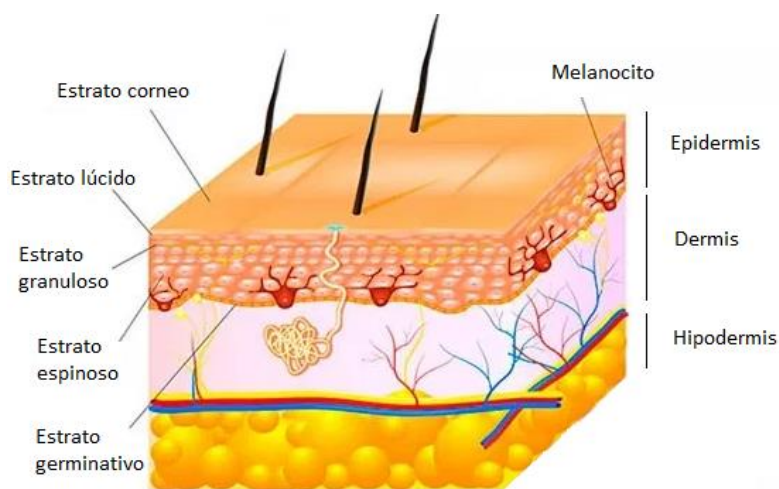


Imagen 9: Capas de la piel (Fuente: (DCMA 2016))

Las nanopartículas tienen una buena ruptura y una liberación adecuada. Puede atrapar ingredientes hidrófilos y lipófilos. Las nanoestructuras son capaces de incorporar cantidades más altas de ingrediente activo ya que se puede ubicar entre las cadenas de ácidos grasos, entre las capas de lípidos y también en los lípidos imperfecciones de la matriz.

En particular, las nanopartículas se pueden aplicar como conservantes y agentes antibacterianos en cosméticos. Luego, el proceso se puede dividir en tres pasos:

1. Atomización de la solución líquida.
2. Contacto de las gotas finas con una corriente de gas caliente para evaporar el solvente (bajo costo de operación, fácil de ampliar y puede operar en continuo).
3. Separación y recolección del polvo.

Sin embargo, algunos de los principales inconvenientes de este método son el alto costo del equipo, la baja eficiencia térmica general y la posibilidad de pérdida de sustancias de bajo punto de ebullición. El producto final puede no tener un tamaño uniforme y puede necesitar procesamiento adicional para aglomerar el polvo fino resultante.

Las nanopartículas forman una película cuando entra en contacto con la piel, que promueve la hidratación, la penetración activa y liberación del principio activo en la ubicación deseada. Existen desafíos en el suministro asociados con los activos que incluyen la solubilidad en agua limitada, la degradación de la foto y la permeabilidad de la piel limitada. Algunos de los activos más utilizados son la vitamina E y el resveratrol (Chen et al. 2017).

#### **1.4.4. Interacción entre la piel y el “delivery system”**

El paso a través la capa córnea está limitada a moléculas de bajo peso molecular (b500 Da) y preferiblemente sin carga. Los sistemas de entrega deben ser menores de 5-7 nm para difuminar las bicapas lipídicas fluidas, o menores de 36 nm, que pasan a través de los poros acuosos.

Las nanopartículas pueden lograr un mayor contacto con las juntas de la capa córnea creando canales entre los corneocitos<sup>4</sup> permitiendo una buena dispersión del ingrediente activo.

Los sistemas vesiculares son capaces de liberar el ingrediente activo fusionándose e intercambiando material lipídico con la capa córnea. Las vesículas deformables pueden penetrar mejor en la piel debido a su menor tamaño (Rigano et al. 2013).

---

<sup>4</sup> Los células denominadas corneocitos pueden absorber agua, manteniendo la piel flexible y sin grietas, produciendo una alta resistencia mecánica que permite que la epidermis funcionar como barrera física, química e inmunológica.

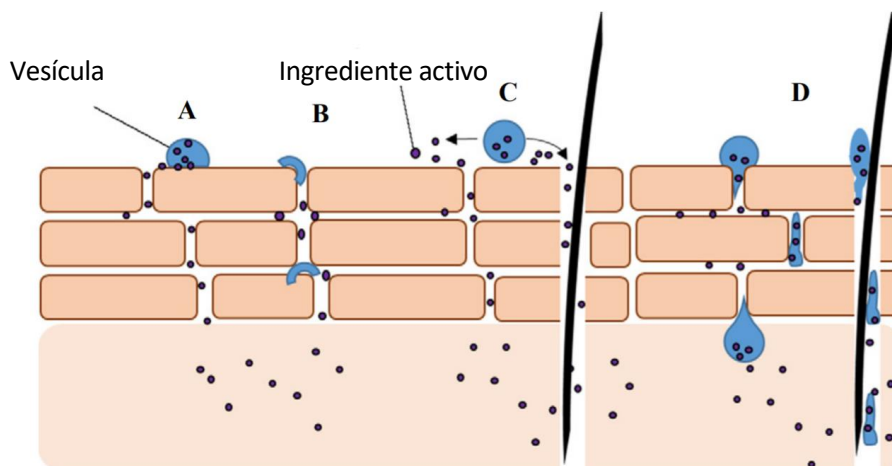


Figura 23: Mecanismo de penetración de las vesículas en la piel (Fuente: (Costa y Santos 2017))

- A. Fusión del lípido con el estrato córneo
- B. Penetración a la zona trasdérmica
- C. Liberación del ingrediente activo
- D. Penetración de las vesículas a las zonas más profundas

#### 1.4.5. Incorporación del “delivery system” en cosmética

Los sistemas de entrega pueden ser incorporados directamente en el producto final, en la fase acuosa o en la fase oleosa. La incorporación del sistema de entrega en productos cosméticos puede provocar cambios en la formulación una vez se ha aplicado en la piel debido a las interacciones con la piel o a la evaporación de compuestos volátiles (Roca y Cited 2006).

Se debe garantizar un producto uniforme, sensorialmente atractivo por lo que se estudian posibles cambios de color, propiedades, pH y temperaturas. También es importante una buena estabilidad después de las pruebas reológicas, que indica que el producto se mantendrá estable incluso mientras se frota en la piel. La actividad termodinámica del ingrediente activo describe su interacción entre la piel y el cosmético, a mayor actividad termodinámica mejor penetración del ingrediente en la piel (Gupta 2004).

Se puede concluir que los sistemas de entrega deben ser incorporados en un permita transportar el producto cosmético de manera que el ingrediente activo se libere con una mayor eficacia evitando los problemas de estabilidad.

Algunos estudios demuestran que las nanopartículas lipídicas mejoran direccionalmente la penetración de ingredientes activos, como el resveratrol, a través del estrato córneo, con una eficiencia de encapsulación de hasta el 99% (Chen et al. 2017).

## 1.5. Desarrollo de una línea cosmética

En el apartado 3 del proyecto se definirá el desarrollo de la línea *LAVINYÉ*. Se realiza un estudio teórico previo para tener claras las directrices que debe seguir un buen proyecto. En los siguientes apartados se explican las tareas, procesos, actividades y *timelines* que se deben seguir para conseguir con éxito desarrollar una empresa especializada en cremas faciales.

El proceso puede dividirse en tres fases diferentes. La primera fase se basa en desarrollar el concepto de cada producto, la segunda fase se basa en el diseño del prototipo y finalmente, producción y lanzamiento al mercado (Llc 2002).

### 1.5.1. Primera fase

El motivo principal por el que se decide desarrollar una nueva marca es tener una idea, que inicialmente sea atractiva por sus características e innovaciones aportadas, y con posible cabida en el mercado. Una vez la idea queda expuesta se deben plantear preguntas como: ¿Es el producto empujado o impulsado por la demanda?, ¿La demanda del producto depende de la temporada?, ¿Cuál es el tamaño de mercado del producto candidato?, ¿Existen los canales de venta para comercializar efectivamente el producto?, etc. (Cheng et al. 2009).

La primera fase es el momento para tomar decisiones y responder a todas las preguntas que puedan surgir. Este es el paso clave para el buen desarrollo de los productos y la posterior acogida en el mercado. Se divide en cuatro grandes bloques: la gestión del proyecto, el estudio de mercado, el diseño de los productos y la estimación de gastos del proyecto, es decir, la viabilidad del proyecto.

En primer lugar, se debe realizar la gestión del proyecto donde se realiza un sistema de tiempo-objetivos que traza una cronología realista además de buscar personal que pueda realizar todos los procesos que sean necesarios y recursos financieros para llevarse a cabo.

También es importante realizar un estudio de mercado para determinar las necesidades actuales de los clientes, los factores que influyen a la hora de elegir un producto similar al que se quiere elaborar y finalmente, un estudio de competencia del mercado actual. Se debe hallar respuestas a preguntas como: ¿Quiénes son el consumidor objetivo para el producto?, ¿Qué presupuesto gastan en productos similares?, ¿Quiénes son los competidores?, ¿Tienen éxito?, etc. (Llc 2002).

Para el diseño de los productos se deben plantear preguntas como: ¿Cuál es la imagen del producto?, ¿Qué *packaging* sería el más práctico para el consumidor?, ¿Se pueden incluir otras características para hacer que el producto sea más atractivo?, ¿Cómo debe ser el envase del producto?, etc. (Bagajewicz 2007).

Finalmente se realiza una evaluación económica preliminar para obtener una estimación del coste total del proyecto con el fin de determinar la viabilidad económica y operativa de la fabricación. Se realizan análisis para determinar el consumo que suponen las materias primas, el consumo de los servicios,... Esto proporciona una estimación del precio de venta de los productos en el mercado. La primera fase del proyecto requiere un tiempo estimado de dos meses de trabajo.



Diagrama 5: Primera fase para el desarrollo de una línea cosmética

### 1.5.2. Segunda fase

En este punto ya se ha realizado el estudio de viabilidad económica, se “conoce” como deben ser los productos para que triunfe en el mercado. La segunda fase se basa en la elaboración del producto y el desarrollo del plan de marketing. En el caso del sector cosmético este proceso es largo y con muchos imprevistos debido a la dificultad de elaborar una crema o cremas que cumplan las características deseadas, con los componentes escogidos y que pases todos los *tests* requeridos para su comercialización (Llc 2002).

El primer paso para la elaboración de una crema es saber qué características se quieren conseguir, como también la textura y densidad de la crema. Cuando las especificaciones de la crema quedan fijados se procede a seleccionar algunos de los componentes clave (que te harán sobresalir en el mercado gracias a sus propiedades o efectos sobre la piel) y al desarrollo de una primera formulación cosmética que cumpla los requisitos solicitados.

A continuación se elabora un prototipo de la crema y se realizan los *tests*<sup>5</sup>. Si no pasa los *tests* requeridos se deben realizar ajustes en la fórmula cosmética para conseguir la estabilidad. Cuando ésta pasa las pruebas se determina si el producto es el deseado. Si no cumple las especificaciones deseadas se modifica la fórmula cosmética y se vuelven a realizar los prototipos hasta que la crema resultante sea estable y con las características deseadas. La duración habitual de la segunda fase es de 6 meses, aunque puede extenderse (Cheng et al. 2009).

Cuando se ha llegado al período final de estabilidad, habitualmente se solicitan los envases. También se realizan pruebas de rendimiento, seguridad del producto y requisitos legales para su posterior comercialización. El objetivo de las pruebas de rendimiento es verificar, cuantitativamente, la capacidad de protección solar (en términos de SPF), hidratante y antioxidante de los productos. El término de SPF fue definida por la FDA (*Food & Drug Administration*), siendo el SPF (factor de protección solar) el valor resultante de la relación del tiempo para producir la dosis mínima de eritema<sup>6</sup> (MED) en la piel protegida y desprotegida, es decir,

$$SPF = \frac{MED_{protección\ de\ la\ piel}}{MED_{desprotección\ de\ la\ piel}}$$

En cuanto al análisis económico se deben empezar a hacer predicciones de ventas y costes, y empezar a fijar un precio de salida al mercado (Bagajewicz 2007).

### 1.5.3. Tercera fase

El último paso para finalizar el proyecto es la fabricación y lanzamiento del producto o productos. En la tercera fase se debe fabricar toda la producción deseada para el lanzamiento al mercado, preparar muestras para promociones, acabar los requisitos legales y todas las pruebas requeridas (Bagajewicz 2007).

---

<sup>5</sup> Los *tests* pueden variar en función de la demanda del cliente. Hay un seguido de pruebas obligatorias para poder ser aprobados legalmente y otras pruebas que son opcionales. Las pruebas opcionales incluyen el *Patch test*, el *Patch test sensible*, el *Het-Cam* y el *Challenge test*. La realización de dichas pruebas puede alargar la segunda fase del desarrollo de una línea cosmética.

<sup>6</sup> Eritema: enrojecimiento de la piel debido al aumento de la sangre contenida en los capilares

También se deben consolidar compradores clave y canales de venta idóneos donde frecuente el público al que va dirigido y acabar de definir precio de venta al mercado, predicciones de ventas, y controlar el flujo de fondos.

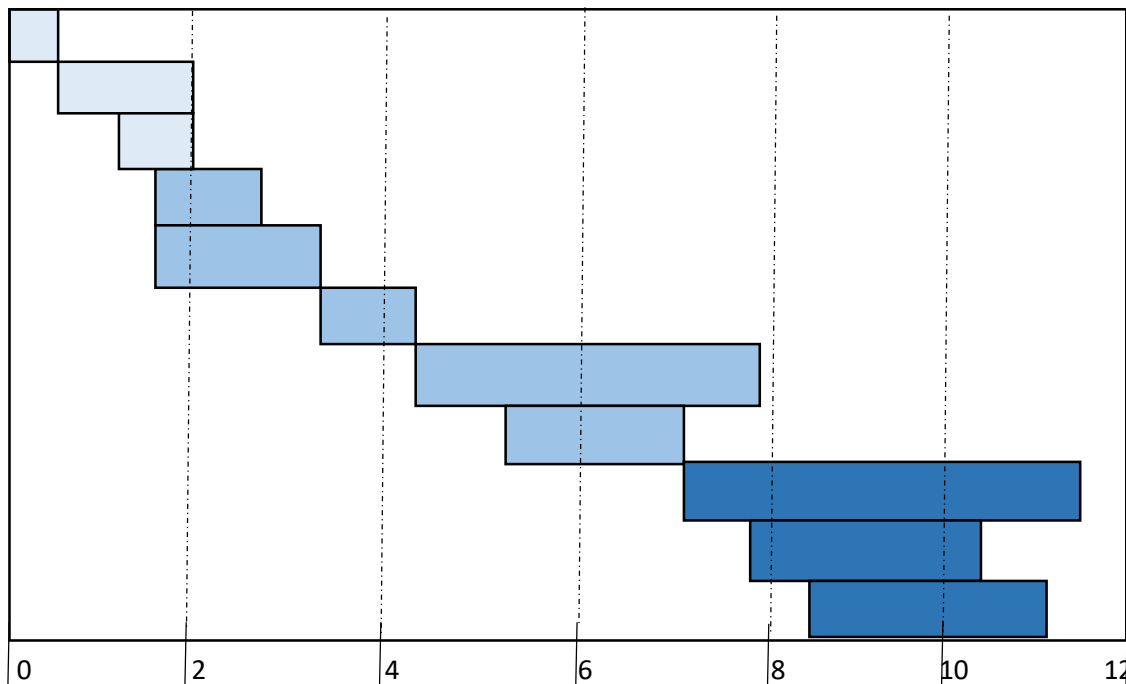


Diagrama 6: Timelines para el desarrollo de una crema cosmética

El proceso de elaboración de una línea cosmética queda resumido en la Tabla 3

Cargo	Fase 1: Conceptualización	Fase 2: Diseño y prototipo	Fase 3: Fabricación y lanzamiento
<b>Management</b>	<p><b>Project management</b></p> <p>Establecer un diagrama de tiempo-objetivos y desarrollo del producto y asegurar las necesidades del proyecto</p>	<p>-Identificar problemas en el servicio</p> <p>- Contratar personal</p> <p>- Controlar el proyecto y los gastos asociados</p>	<p>Considerar la participación de empresas en el proyecto y controlar si son necesarios algunos cambios en el producto</p>
<b>Ventas y marketing</b>	<p><b>Estudio del mercado</b></p> <p>-Conocer las necesidades del cliente</p> <p>-Identificar los factores que determinan la calidad del producto</p>	<p>Desarrollar un plan de marketing y realizar un test de marketing</p>	<p><b>Lanzamiento del producto</b></p> <p>-Elaborar promociones y lanzamientos</p> <p>-Consolidar compradores clave o canales de venta</p>

	-Estudio del mercado competitivo		
<b>Investigación y diseño del proceso</b>	<b>Diseño del producto</b> -Relacionar los factores de calidad con la estructura del producto  -Elegir componentes y crema base según sus propiedades	<b>Prototipo</b> -Elaborar prototipo  -Test de estabilidad  -Prueba de rendimiento  - Estudiar la seguridad del producto	
		<b>Proceso:</b> Diseñas un proceso de producción	
<b>Fabricación</b>	<b>Estudio de viabilidad</b> -Estimar el precio del producto  - Identificar proveedores de materias primeras  -Investigar problemas de patentes	-Pasar los requisitos legales	
<b>Financias y economía</b>		<b>Análisis económico</b> -Realizar análisis de compra  -Determinar tasas  -Controlar flujo de fondos	

Tabla 3: Fases elaboración línea de crema cosmética (Fuente: Modificado de (Costa and Santos 2017))

## 2. Objectivos

Los objetivos en este proyecto pueden clasificarse en dos grandes bloques: los objetivos de investigación en el laboratorio y los objetivos del plan de empresa.

En el primer bloque el objetivo principal es **definir las condiciones idóneas de incorporación a sistemas modelo de los extractos seleccionados, el higo y el residuo de vino tinto, con el fin de conseguir mayor durabilidad y capacidad antioxidante**. Este objetivo principal se subdivide en los siguientes objetivos concretos:

- (a) Analizar los polifenoles totales de las muestras seleccionadas.
- (b) Determinas la capacidad antirradicalaria a través del DPPH, ABTS y FRAP.
- (c) Incorporar los extractos preseleccionados a emulsiones. En primer lugar, las conocidas de aceite de girasol en agua y, a partir de ahí, con distintos aceites y en diferentes proporciones.
- (d) Analizar el proceso de oxidación de las emulsiones a lo largo del tiempo, mediante los parámetros de oxidación primaria (VP) y de oxidación secundaria (TBARS).
- (e) Desarrollar un modelo hipotético de emulsión definitiva (en cuanto a la composición de aceites).
- (f) Cuantificar la vida útil de las emulsiones, a través de su estabilidad en almacenamiento en condiciones forzadas.
- (g) Caracterizar el tamaño de gota en las emulsiones y relacionar el tamaño de gota con su estabilidad.
- (h) Estudiar la interacción entre el VP y el pH.

En el segundo bloque, el plan de empresa, el objetivo principal es **desarrollar y dejar a punto el lanzamiento al mercado de una nueva marca especializada en productos faciales** para el cuidado de la piel, con antioxidantes naturales.

Este objetivo principal se desarrolla en los siguientes objetivos concretos:

- (a) Realizar un estudio de mercado y aprovechar las tendencias para mejorar la idea para la empresa.
- (b) Realizar un análisis comparativo entre las posibles empresas que llevarán a cabo el desarrollo de los productos.
- (c) Diseñas un plan de marketing observando la competencia
- (d) Realizar un estudio comparativo de la viabilidad económica del proyecto con diferentes proveedores.

### 3. Plan de empresa *LAVINYÉ*

El objetivo principal de la creación de una marca especializada en cremas faciales y en general, de cualquier empresa es obtener el máximo beneficio económico. Para ello, se debe realizar un estudio previo y determinar cómo causar interés por los productos dentro del mercado actual a los posibles consumidores.

El primer punto para la creación de una nueva marca de productos destinados al uso cosmético es preguntarse qué se quiere hacer, cómo, que características tienen los productos que los hace únicos y les permite resaltar del resto y, como conseguir que el público conozca el producto y sea atractivo al consumidor.

Por otra parte, se deben buscar inversores, empresas especializadas en el desarrollo de cremas faciales y expertos en el sector que colaboren en la ejecución del proyecto, teniendo en cuenta el tiempo de desarrollo de la formulación cosmética, las pruebas para que pueda ser lanzado al mercado, etc.

#### 3.1. Origen del *LAVINYÉ*

La idea de la creación de la marca *LAVINYÉ* surge del interés de la **empresa A**, el cual tienen unos viñedos situados en la zona de Andorra. La **empresa A** tenía la idea de mejorar sus beneficios. Se dedica a la elaboración de vino, por lo que una posible utilización, convenientemente gestionada de los residuos (pieles, semillas, etc.) producidos en el proceso de elaboración del vino, podrían aprovecharse y proporcionar beneficios.

El poder antioxidante del conjunto de residuos del vino es muy elevado y, es utilizado ya en algunas marcas comerciales como antioxidante para evitar el envejecimiento de la piel. La reutilización de estos residuos supone para la empresa un incremento de sus beneficios, además de dar un uso a los subproductos. Así pues, la **empresa A**, decide plantear el proyecto de lanzar al mercado una marca cosmética que pueda incorporar los residuos de vino producidos en su empresa.

#### 3.2. Idea

Para el desarrollo de la idea es importante fijar tres puntos importantes: dimensionamiento del proyecto, enfoque comercial y, composición y características de los productos.

El primer punto es determinar el abarque del proyecto, cantidad de líneas estimadas, número de productos por línea y cantidad producidas por cada uno de los productos realizados. Esto depende de la inversión que desee realizar la **empresa A** y de su posterior acogida en el mercado.

Por una parte, es necesario determinar a qué público van dirigidos los productos ya que condiciona el canal de venta, el precio estimado que el consumidor está dispuesto a pagar, el diseño de los productos, etc.

La idea inicial es lanzar tres líneas para mujeres con tres tipos de piel diferentes en función de la edad de las consumidoras. Para cada una de las líneas se realizan cuatro productos: una crema hidratante, un *sérum*, una crema específica para contorno de ojos y labios y como innovación, un *mousse* hidratante para la noche.

Las tres líneas serán para pieles jóvenes, comprendidas entre los 30 y 40 años aproximadamente, una segunda línea para pieles más maduras, para clientes entre los 40 y 55 años y finalmente, para consumidores con pieles con signos de la edad más presentes, con una edad de 55 años y superiores, la línea para pieles de edad avanzada. Se prevé empezar con la producción de la línea para pieles maduras. EL lanzamiento de las líneas se supone progresiva y ampliable según la acogida de los productos.

En cuanto al punto de venta, el estudio previo teórico demuestra que hay dos canales principales; las grandes superficies y puntos de venta donde el consumidor puede ser aconsejado por especialistas. Para *LAVINYÉ* se decide que los productos se adquieran en farmacias y centros donde puedas recibir atención personalizada. Los puntos de venta se extienden entre la provincia de Barcelona y posteriormente, en Andorra (dependiendo de la acogida en el mercado español).

Se dispone a realizar un estudio de mercado para analizar la situación del mercado actual.

### 3.3. Estudio de mercado

El objetivo principal de un estudio de mercado es poder extraer conclusiones de la información proporcionada por un grupo de personas. Con los resultados obtenidos se puede realizar una estimación con mayor o menor precisión (dependiendo de la diversidad del grupo, el tamaño del grupo, etc.) de la situación actual en un campo o sector específico. En este proyecto se dispone de un grupo de 42 personas, dividido en dos subgrupos. El primer subgrupo responderá al cuestionario sobre productos adquiridos en grandes superficies (**Mercadona** y **LIDL**) y el segundo subgrupo en farmacias (elegida por cada participante).

Las respuestas quedan resumidas en la Tabla 43 en el Anexo I – Estudio de mercado. La información solicitada quedan expuestas a continuación:

- (a) Nombre del producto
- (b) Precio del producto
- (c) Marca del producto

- (d) Tipo de crema: (a) Crema hidratante; (a.1) crema de día, (a.2) crema de noche, (b) *sérum* u (c) *otro (se debe especificar)*.
- (e) Características del envase, en cuanto a material y colores: (a) vidrio, (b) plástico, (c) color envase (*especificar*) y (d) color tapa (*especificar*)
- (f) Tipo de etiquetaje: (a) pegada o (b) grabada en la superficie del envase.
- (g) Capacidad del envase: especificar mL o mg del producto
- (h) Fecha de caducidad
- (i) Aroma: sensación personal (*especificar*)
- (j) Componentes: marcar si la crema contiene o no los componentes especificados.

Los resultados obtenidos son valorados y analizados.

En primer lugar, se analiza el precio medio de los productos dependiendo del punto compra del producto y si el producto es un *sérum* o bien una crema hidratante.

El precio medio de venta en las grandes superficies, en este caso, Mercadona y LIDL son de **4,8€**. Se puede dividir según el producto y los valores quedan reflejados en la Tabla 4.

Precio medio crema hidratante	4,78
Precio medio <i>sérum</i>	5,00€

Tabla 4: Precio medio venta en grandes superficies

En el caso de las farmacias, el precio medio de venta es de **33,75€**. Los precios de venta según el producto se resumen en la Tabla 5.

Precio medio crema hidratante	20,24€
Precio medio <i>sérum</i>	58,00€

Tabla 5: Precio medio venta en farmacias

Se puede concluir que el precio medio de cremas en farmacias es un **76,4%** superior respecto a las grandes superficies y en el caso del *sérum*, un **91,4%**.

En cuanto al envase del producto, se utiliza tanto el vidrio (**48%**) como el plástico (**52%**). Además un **71%** de productos tienen la etiqueta grabada en el envase y solamente un **29%** pegada en la superficie. En cuanto a la vida útil de los productos, un **42%** tiene un periodo de 1 año, un **11%** de 2 años, un **42%** de 3 años y solamente un **5%** de 4 años. Un periodo superior a 4 años no es habitual para esta gama de productos.

El porcentaje de productos que tienen como objetivo combatir los signos de la edad es del **57%** en las grandes superficies y del **65%** en las farmacias.

Se puede concluir que los productos destinados a prevenir y reducir la edad son actualmente los más populares. Empezar con el lanzamiento para pieles maduras puede suponer un buen inicio

gracias a su popularidad, aunque se deberá pensar bien cómo conseguir que las consumidoras compren los productos de *LAVINYÉ*.

### 3.4. Dimensionamiento del proyecto

Para fijar la dimensión inicial del proyecto se debe tener en cuenta la inversión realizada por la empresa interesada y dos factores importantes en el sector cosmético: el número de envases comprados y el número de formulaciones diferentes realizadas.

En primer lugar, el volumen en este tipo de empresas supone un factor clave debido al precio del envase. El precio por envase suele ser elevado para compras inferiores a 5.000 unidades, y en muchos casos, no se realiza una producción inferior a 1.000 unidades por producto.

La idea es empezar con la producción de cuatro productos diferentes: crema hidratante, *sérum*, contorno de ojos y labios y el *mousse*. La capacidad para la crema hidratante y el *mousse* serán de **50mL**, para el *sérum* de **30mL** y finalmente, de **15mL** para la crema específica para contorno de ojos y labios. Además se realizarán muestras como parte del plan de *marketing*, con muestras de **4mL**. Esta decisión se basa en el estudio de mercado (punto 3.3) como también en la búsqueda entre marcas pioneras en este sector. De esta manera, serán necesarios cinco tipos de envases diferentes.

### 3.5. Diseño del producto

En este punto del proyecto se plantean componentes asociados a características deseadas en los productos.

En cuanto a las características generales, se quieren desarrollar unos productos que no sean grasos, es decir, que con el contacto en la piel, la absorción será rápida y no permanezca la sensación aceitosa durante un período de tiempo extenso. Se busca también conseguir una textura densa para las cremas y en el caso del *mousse* que sea esponjoso y ligero.

El *sérum* será mucho más líquido que el resto de productos, con una densidad parecida a la del aceite.

En cuanto a la composición, es imprescindible que no contenga parabenos<sup>7</sup> e incorpore los residuos de vino proporcionados por la **empresa A**. Se contempla la posibilidad de que contenga un factor de protección bajo (>15%), aceites de aguacate, granada y sésamo. También aceite de rosa mosqueta y citrato de plata como componente antimicrobiano y gayuba o amla comercial como extracto, además del residuo de vino.

### 3.5.1. Aceite de aguacate

El aguacate es una fruta nativa de México y América Central que pertenece a la especie *Persea americana*. Los principales productores son México, Chile, Estados Unidos, Indonesia, República Dominicana, Colombia, Perú, Brasil, China y Guatemala.

Casi el 70% de la grasa que se encuentra en los aguacates es monoinsaturada, la mayor parte compuesta por ácido oleico, que contribuye a reducir la irritación y enrojecimiento de la piel y a mejorar su capacidad de repararse y el resto de grasas poliinsaturadas (omega-6 y omega-3) y saturadas (ácido palmítico). Además de los macronutrientes, el aguacate contiene una muy amplia variedad de vitaminas y minerales. Destacan las vitaminas A, grupo B, C y E; cobre, manganeso, magnesio, fósforo, potasio y zinc. El poder de los antioxidantes puede reducir los efectos perjudiciales causados por los radicales libres en la piel. La constante renovación de las células proporciona más vitalidad y salud a los tejidos. Tu piel puede estar más hidratada y llena de nutrientes. La vitamina E y los carotenoides ayudan a prevenir el daño oxidativo que conduce a la formación de arrugas y líneas de expresión y la vitamina C participa en la producción de elastina y colágeno, los principales componentes estructurales de la piel (Wang et al. 2018).

---

<sup>7</sup>Los parabenos son productos químicos habitualmente de origen sintético que se añaden como conservantes en productos de belleza para evitar que la crema se degenere con microorganismos, hongos o bacterias. Actualmente, un 80% de los productos que hay en el mercado en el sector *beauty* lo lleva. Pueden ser perjudiciales y producir efectos secundarios.



Imagen 10: Aguacate (Fuente:(iStock 2018))

### 3.5.2. Aceite de granada

El aceite de semilla de granada es un aceite rico en vitamina C, B5 y potasio, debido a su composición rica en antioxidantes (flavonoides, ácido málico, ácido oxálico, polifenoles, taninos y antocianinas) y en ácido punícico (Omega-5) es un aceite presente en muchos cosméticos.

Es un aceite vegetal de absorción rápida que penetra rápidamente y está indicado para todo tipo de pieles, tanto secas como grasas, jóvenes o maduras. Aporta hidratación a las pieles grasas y nutrición a las secas. También puede ser utilizado en pieles reactivas o sensibles y rojeces (Mohagheghi et al. 2011).

Gracias a su efecto regulador el aceite de semillas de granada regula la producción de sebo en pieles grasas y previene el acné regulando la piel de forma natural y saludable. Además, posee propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias lo que lo convierte en un aceite protector.

Ayuda a la regeneración celular revitalizando y rejuveneciendo pieles maduras, secas o apagadas ya que contiene el precursor de la urolitina A que es un anti envejecimiento que es un regenerador celular y aumenta la resistencia muscular. Mejora la elasticidad de la piel y reduce la aparición de arrugas. También puede ser utilizado en pieles jóvenes para evitar el envejecimiento prematuro (Górnaś and Rudzińska 2016).



Imagen 11: Granada (Fuente:(iStock 2018))

### 3.5.3. Aceite de sésamo

El aceite de sésamo posee múltiples beneficios para el cuerpo humano gracias a componentes como el cinc, el hierro o el calcio. Sin duda el magnesio es uno de los minerales más destacable del aceite, ya que ayuda a combatir el agotamiento físico y mental, cuidar de los huesos y fortalecer el sistema nervioso.

Además, el aceite de sésamo es una fuente de antioxidantes natural y por lo tanto, un aliado para la belleza. Combate el envejecimiento prematuro, hidrata las pieles secas, aporta firmeza a la piel. Reduce estrías e incluso combate las manchas producidas por el acné (Harrer 2006).

### 3.5.4. Aceite de rosa mosqueta

EL aceite de rosa mosqueta es extraído principalmente de las semillas, se usa tradicionalmente para mejorar las condiciones de la piel, entre algunos de sus usos terapéuticos. Es originaria de Europa del este, pero actualmente está extendida por América, Asia y norte de África.

Actualmente se utiliza aceite de rosa mosqueta para el cuidado de la piel, ya que aporta gran cantidad de antioxidantes, y mejora las células rejuveneciendo los tejidos, fomentando la formación de colágeno, elastina y ácido hialurónico. El aceite de rosa mosqueta tiene una textura ligera no grasa que la piel la absorbe fácilmente (Concha et al. 2006).



*Imagen 12: Semillas de rosa mosqueta (Fuente:(iStock 2018))*

### 3.5.5. Gayuba

El principio activo más relevante (5-15%) es la arbutina (hidroquinona  $\beta$ -D-glucopiranosido), que le confiere sus propiedades antisépticas y antiinflamatorias, así como su capacidad para inhibir la síntesis de melanina. Las hojas de la gayuba contienen también elevados contenidos de otros compuestos fenólicos, por lo que recientemente se ha propuesto su utilización como aditivo antioxidante para las agroalimentarias y cosméticas.

Se utiliza mucho para problemas de próstata e infecciones pero en cosmética se utiliza para ser fuente de vitamina C, flavonoides, quinonas, ácido málico y ursólico, ácido gálico, terpenoides. Estos componentes ayudan al mantenimiento de la piel y la eliminación de manchas (Toa Sampietro 2015).

### 3.5.6. Amla

La *Phyllanthus emblica* L. es una planta de la familia de los *Euphorbiaceae* y se encuentra en la zonas tropicales y subtropicales de China, India, Indonesia y la península de Malasia. Es un árbol de tamaño medio de hojas caducas con flores de color amarillo verdoso, suave y duro. Contienen diferentes fitoquímicos con varias propiedades farmacológicas, incluyendo actividades antioxidantes, anticancerígenas, antitumorales y antiinflamatorias. Contienen una serie de metabolitos secundarios que incluyen fenólicos, flavonoides, alcaloides, saponinas, taninos y fitoesteroles (Laulloo et al. 2018). En la Tabla 6 se puede observar los resultados del estudio realizado por Laullo y sus colaboradores con alma, en el que se determinan los polifenoles del fruto.

Extract	TPC/ mg GAE/g	TFC/ mg QE/g	TNFC/ mg GAE/g
Et <sub>2</sub> O	508.73 ± 35.99	174.89 ± 7.86	55.53 ± 6.35
EtOAc	640.55 ± 109.3	215.45 ± 16.5	113.67 ± 6.43
Butanol	179.64 ± 77.14	20.45 ± 1.5G8	41.43 ± 0.24
Aqueous	346.91 ± 46.29	127.67 ± 8.64	51.54 ± 1.35

Tabla 6: Contenido de polifenoles total (TPC), contenido total de flavonoides (TFC) y contenido total de no-flavonoides (TNFC) en extractos de *Phyllanthus emblica* L. en diferentes disolventes (Laulloo et al. 2018).

El amla es rica en sustancias que contrarrestan la acción de los radicales libres por lo que tiene efectos *anti-age*, además, permite mejorar el tono de piel, trata las imperfecciones e hidrata (Tsai et al. 2014).



Imagen 13: *Phyllanthus emblica* L. (Fuente: (Fruit Plants & Tree 2015))

## 3.6. Empresas

Se realiza un estudio de posibles empresas que elaboraran cremas de uso cosmético situadas en España (Tabla 44), donde se considera la localización, los productos que desarrollan y servicios que ofrecen en sector cosmético. Estos servicios incluyen el desarrollo de la formulación cosmética, la compra de componentes para la formulación, el envasado, la calidad (pruebas legales), el almacenamiento del producto final y el transporte hasta el punto de venta.

Tras evaluar las posibilidades se decide enviar una carta de presentación a cinco de las empresas preseleccionadas, de las cuales dos de ellas contestaron. La carta para poder concretar la reunión queda expuesta en el Anexo II – Empresas.

Se realizan reuniones con expertos en el sector de cuatro empresas: 1, 2, 3 y 4. La empresa 1 es proveedora de materias primas para cremas cosméticas. Aporta grandes conocimientos sobre que compuestos añadir y como interaccionan entre ellos. La empresa número 2 es una empresa privada que realiza sus propias cremas faciales y las distribuye en centros de belleza. Las empresas 3 y 4 se estudian como posibles para desarrollar las formulaciones, pruebas de estabilidad y envasado, en otras palabras, posibles empresas que podrían llevar a cabo el desarrollo de los productos de *LAVINYÉ*.

### 3.6.1. Empresa 1

El día 18 de mayo de 2018 se convoca una reunión con el *Managing Director* de la **empresa 1**. Esta empresa se dedica a la importación y distribución de materias primas para industrias cosméticas, farmacéuticas, alimentarias y algunos sectores industriales. Poseen un total de 418 productos enfocados a la industria cosmética.

Fue recomendada por una candidata al MBA, estudiante en el *Columbia Business School* y ex trabajadora de la empresa y aunque la empresa no ofrece los servicios deseados para la realización del proyecto, posee grandes conocimientos en el sector por lo que se intercambiaron varias ideas y se obtuvieron respuesta a algunas cuestiones sobre componentes. Tras la reunión se concluye:

- (a) Se debe legalizar el residuo de vino proporcionado por la **empresa A** para que los productos que lo contengan puedan ser vendidos.
- (b) Se descarta la incorporación de **rosa mosqueta** debido a la baja producción de este extracto.
- (c) Se propone la utilización de la manteca de coco en sustitución del perfume. La Tabla 45 muestra los diferentes compuestos que quedan propuestos por la **empresa 1**.

### 3.6.2. Empresa 2

A día 22 de marzo del 2018, se fija una reunión con la **directora general** de la **empresa 2**, con el fin de recibir asesoramiento y posibles vías para desarrollar la marca LAVINYÉ. Esta empresa se dedica a la venta a pequeña escala de productos corporales con productos naturales. Gracias a sus amplios conocimientos en productos naturales se recomienda la incorporación de **amla** y los **aceites de sésamo, granada y aguacate**. Además se facilita dos empresas (Empresa **5** y **6**) que pueden realizar una producción a menor escala. El único inconveniente de estas dos empresas es la localización ya que ambas se encuentran fuera de Catalunya, por lo que se debe valorar su viabilidad económica.

### 3.6.3. Empresa 3

A día 30 de mayo de 2018, se concreta una reunión con el **General Manager** de la **empresa 3** con el fin de presentar el proyecto del lanzamiento de **LAVINYÉ**. La **empresa 3** se dedica a la investigación, fabricación, envasado, asesoría y marketing de la cosmética blanca, es decir, no trabaja con *make-up* o aerosoles.

En esta reunión se impulsa por parte de la empresa el interés en trabajar para un sector más joven, ya que en este sector hay más disponibilidad por parte de los consumidores en probar nuevos productos y nuevas marca.

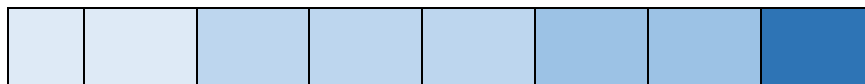
Se ha desarrollado un *planning* del proceso que la **empresa 3** puede proporcionar, desde la elaboración de la formulación hasta la puesta en el mercado. Se deben plantear tres posibles casos, todos ellos para la elaboración del mínimo de unidades por producto, de **1.000** unidades para la empresa 3.

El primer caso, se supone que el desarrollo de la fórmula no se complica y se obtiene el producto deseado por el cliente de manera rápida, por lo que es necesario el período de un mes para la obtención de la fórmula final. Seguidamente, se realiza el test de estabilidad entre la crema elaborada y el envase final del producto. Este procedimiento requiere un total de tres meses, en el caso que se cambie algún componente del producto, la prueba debe volver a empezar. En el momento en que se ha superado con éxito el test de estabilidad se realiza el pedido de los envases y las materias primas. Las materias primas tienen un periodo de entrega menor que los envases, por lo que el proceso queda determinado por el tiempo que tarden los envases en llegar. El período suele ser de dos meses en el caso que sea comprado en España y de tres meses si se compra en el exterior. Finalmente, se inicia el proceso de fabricación y envasado del producto y se distribuye al punto de venta del producto.

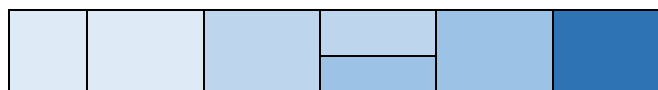
Así pues, la realización de la línea de cremas faciales requiere un mínimo de siete meses.



El segundo caso, se produce cuando la formulación de la crema requiere un período más largo debido a la complejidad, a cambios requeridos por el empresario o bien debido a la poca información proporcionada por el cliente. El proyecto resulta ser de siete meses y medio.



EL último caso con el que podemos encontrarnos es el que resulta más corto pero arriesgado para el inversor. Se trata de comprar el envase cuando finalice la primera mitad de *tests* de estabilidad ya que en este primer período es cuando surgen más problemas. Cuando las pruebas estén concluidas los envases ya están disponibles para empezar el proceso de fabricación del producto. La línea con los productos sale al mercado en un período total de cinco meses y medio.



#### 3.6.4. Empresa 4

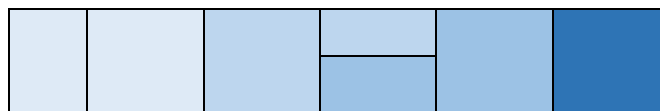
A día 31 de mayo de 2018, se concreta una reunión con el **Marketing Director** de la **empresa 4**. Se recomienda que para el **factor de protección** se utilice **dióxido de titanio**. Además se ha descartado la utilización de **manteca coco** como fragancia debido a que habitualmente éste se relaciona con productos solares o bien cremas corporales.

Aunque ofrecen servicios de formulación y envasado, son especialistas en la parte legal de los productos cosméticos. Se deben realizar las **pruebas** de irritabilidad y sensibilidad, el *HetCam test*, el cual determina la irritación ocular. En cuanto al producto final, se deben realizar pruebas como el *challenge test* (evaluación de la protección antimicrobiana de un producto cosmético) y el *Patch test* (estudio de compatibilidad cutánea para evaluar la irritación potencial de productos cosméticos). Además, se decide realizar el test de uso, que es utilizado para confirmar la significación clínica de un *Patch test* con un control dermatológico en voluntarios.

El número mínimo de unidades para cada tipo de producto que pueden realizar la **empresa 4** es de **1.000** unidades. La **empresa 4** puede realizar el proyecto en un período de seis meses desde que se empieza la formulación hasta la puesta a punto para el envasado.

En primer lugar, se debe realizar la ficha técnica y las pruebas legales del extracto de vino (se plantea la posibilidad de vender el extracto de vino a una empresa como materia prima) mientras, paralelamente se inicia el proceso de formulación de cada producto. Se realizan muestras de cada

producto, se reajusta la fórmula en el caso que el producto no sea el deseado y se procede a la realización de los test de estabilidad y paralelamente, se realiza el diseño y marketing de la marca. Finalmente se fabrican los productos y se lanzan al mercado.



- Desarrollo fórmula cosmética y legalización del extracto de vino
- Pruebas estabilidad con el envase
- Entrega de los envases
- Puesta al mercado

### 3.7. Imagen corporativa de *LAVINYÉ*

Para el diseño de la imagen corporativa de *LAVINYÉ* se ha puesto en manos de expertos en el sector con profesionales especializados en elaboración de diseño, realizando el diseño de los envases, la elección de los colores, etc.

#### 3.7.1. Origen del nombre e imagen corporativa

En cuanto al origen del nombre *LAVINYÉ*, fue seleccionado como nombre final para la marca como apuesta para reforzar el sentido del producto, resaltando las cualidades y su principal ingrediente activo, el residuo de vino. Surgió a partir del nombre de los campos donde se cosechan las uvas, el viñedo, y en catalán *la vinya*, enfatizando por tanto, su origen natural, las uvas, aportando al nombre un aire más sofisticado y moderno.

El logo corporativo recuerda, por tanto, su origen vegetal, con aires libianos, delicados, sofisticados, mezcla entre tradición e innovación, reniniscencias afrancesadas y mediterráneas.

A continuación se presenta el nombre y el logo de LAVINYÉ.



Ilustración 10: Imagen corporativa LAVINYÉ

Las dimensiones, tipografía y características del logo quedan definidas en la Ilustración 11

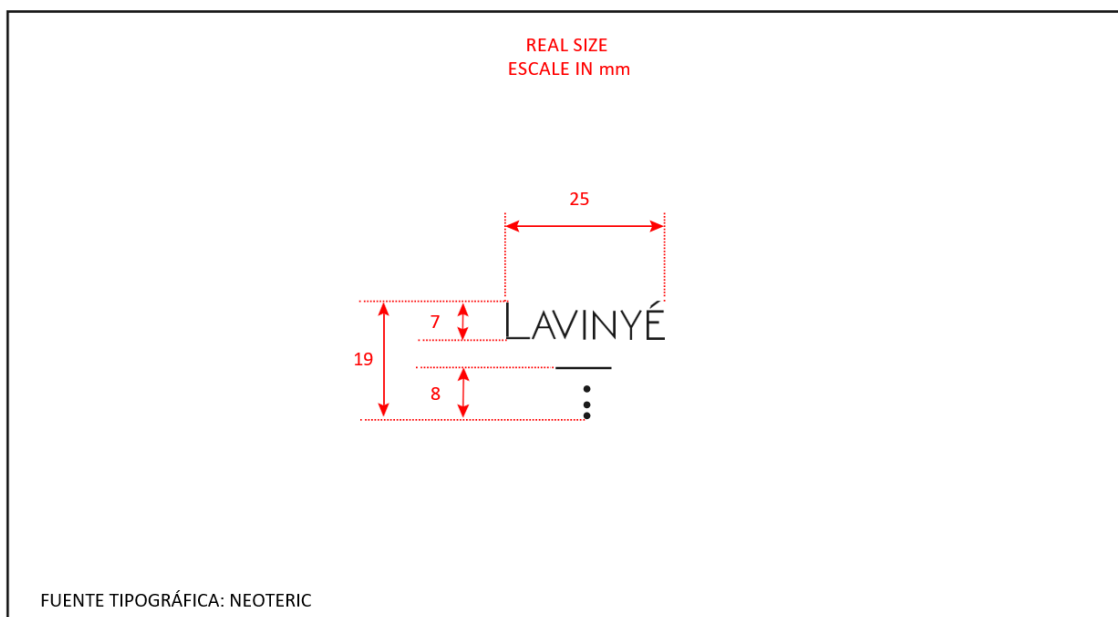


Ilustración 11: Especificaciones de LAVINYÉ

### 3.7.2. Envases

Se consta de cuatro productos diferentes por línea realizada. Cada producto dispone de un envase único en función de las características de la emulsión que contiene en su interior. Además del envase necesario para las muestras.

La idea inicial era utilizar envases de vidrio para aportar una sensación de calidad y exclusividad al diseño, con un color característico para cada línea realizada. En el momento de realizar la compra, el producto viene con una caja de cartón, precintada en plástico para asegurar que nadie haya tocado el producto y en el interior, el producto con las instrucciones, componentes y especificaciones del producto (para las muestras no se realiza este proceso). Se quiere que la tapa del producto sea metalizada o transparente.

Para la crema hidratante y la crema específica para el contorno de ojos y labios se utiliza en envase tipo *airless* de 50mL y 15mL, respectivamente. En un primer momento se había pensado realizarlo con tarros con tapa de rosca pero la probabilidad de contaminación del producto es mucho mayor debido a que es el consumidor quien debe tocar el producto. El sistema de dosificación del *airless* permite que el consumidor solamente toque el producto que utilice en cada aplicación. Los envases tipo *airless* no se fabrican en vidrio por lo que se decide realizar todos los productos en envases de polipropileno, aportando uniformidad y homogeneidad entre los productos.

En el caso del *sérum* se decide utilizar un envase con dispensador cuentagotas para facilitar la aplicación del producto en el rostro de un volumen de 30mL.

Para el *mousse*, debido a sus características se decide utilizar el tarro con tapa roscada de esta manera se mantiene la textura esponjosa del producto. También se utilizan tarros para las muestras como parte del plan de *marketing*. Son necesario dos tarros diferentes, de 50mL para el *mousse* y de 4mL para las muestras. Para el caso de las muestras se utiliza un acabado metalizado.

La idea de la imagen corporativa de una de las líneas, en este caso de la línea para pieles jóvenes queda representada en la Imagen 14. De izquierda a derecha se encuentra: la muestra (4mL), el *sérum* (30mL), crema hidratante (50mL), crema específica de contorno de ojos y labios (15mL) y dos tarros de *mousse* (50mL por producto).



Imagen 14: Imagen corporativa línea joven

Las gamas cromáticas sugeridas quedan reflejada en la Imagen 15. También se añaden dos líneas no mencionadas hasta el momento, para pieles con acné y una línea especial para combatir los signos del verano, especialmente del sol y el agua del mar.

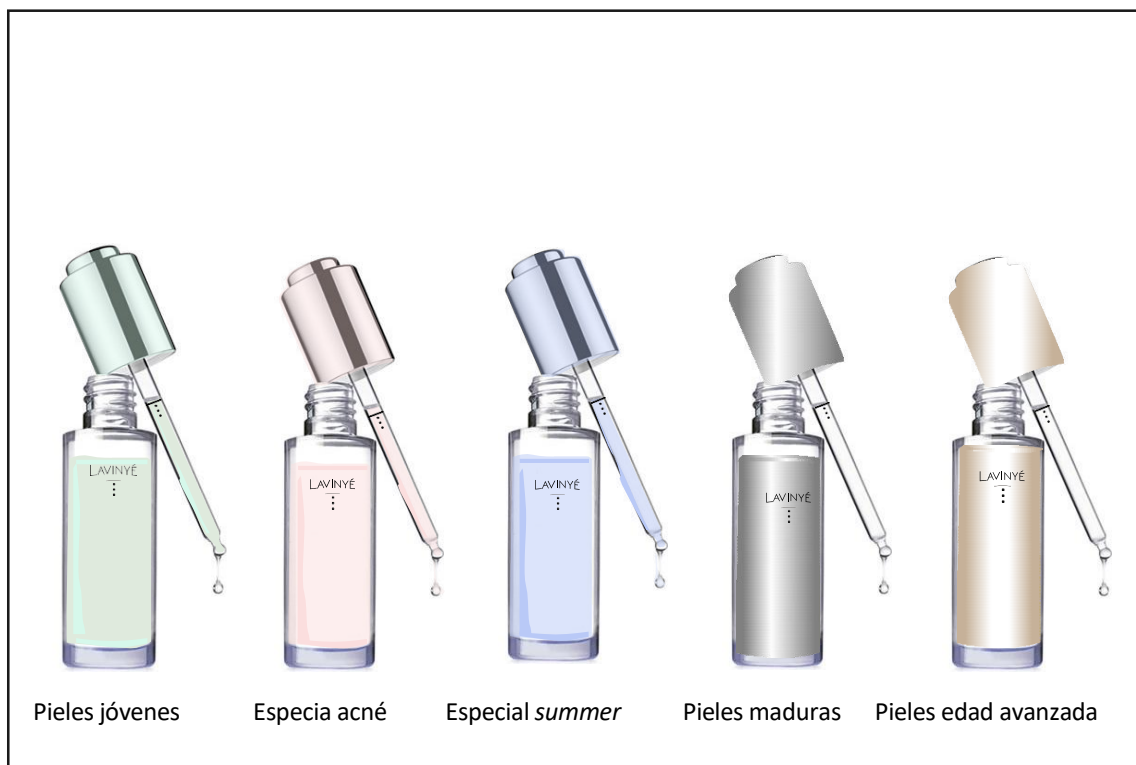


Imagen 15: Gama cromática en función de la línea

Como se ha mencionado anteriormente, el producto vendrá cubierto por una caja protectora con un acabado metalizado. Queda representado en la Imagen 16 el *packaging* utilizado para la crema hidratante para la línea de pieles maduras.



Imagen 16: Packaging crema hidratante para pieles maduras

Para el resto de líneas de *LAVINYÉ* la idea del *packaging* queda definida en la Imagen 17 con la crema hidratante como modelo.

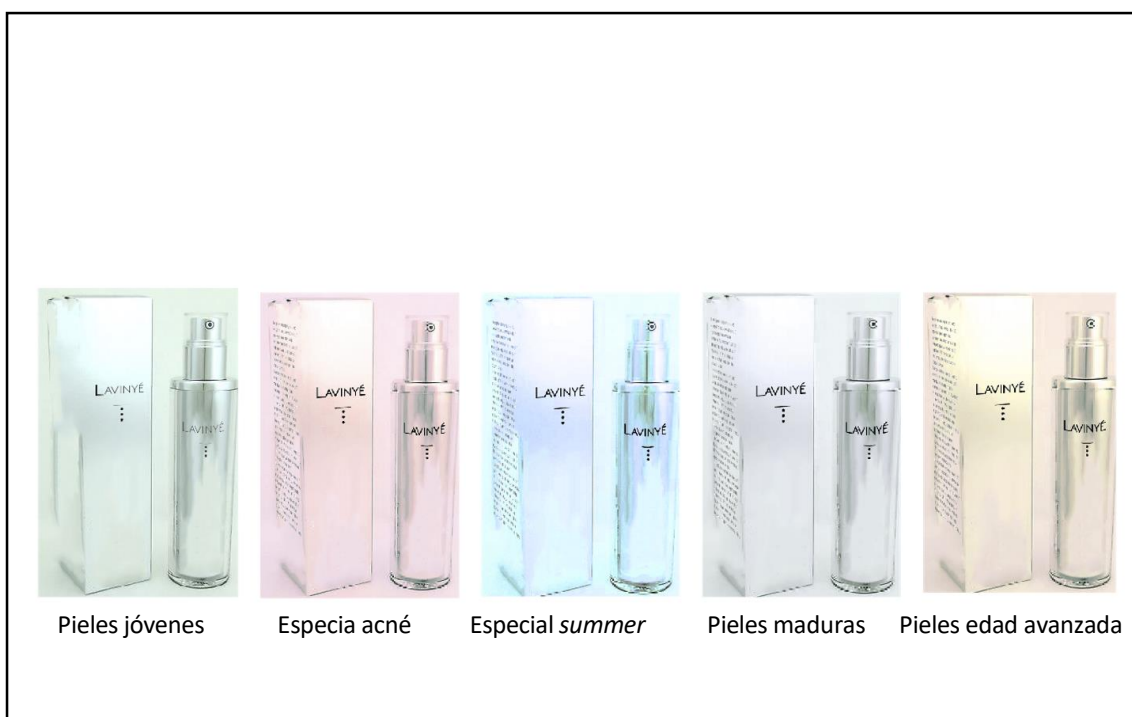


Imagen 17: Packaging de la crema hidratante de cada línea

Las letras presentes tanto en el envase del producto como en el *packaging* están grabadas en la superficie del envase.

### 3.8. Plan de *marketing*

Junto con la imagen corporativa, el diseño de un buen plan de marketing es clave para llegar al consumidor y favorecer la compra de los productos de LAVINYÉ.

Para dar a conocer la marca y la calidad de los productos se plantea por un lado diseñar una página web y abrir cuentas en Instagram, Facebook y Twitter para poder llegar a la máxima población.

Por otro lado, se decide realizar un lanzamiento de repartición de muestras y folletos informativos sobre la marca y los productos. Además se realizaran eventos promocionales con la elaboración de estantes y la repartición de muestras para el primer lanzamiento y tres veces más, cada seis meses para promocionar *LAVINYÉ*.

### 3.9. Estudio viabilidad económica

Para finalizar el plan de empresa de LAVINYÉ se decide realizar un estudio de la viabilidad económica de los primeros **18 meses** de ventas de productos.

Se decide estudiar cuatro situaciones diferentes, dependiendo de la empresa escogida para realizar el proyecto; **Empresa 3, 4, 5 o 6**.

Se estima que el período necesario para la elaboración de todas las formulaciones cosméticas definitivas y las pruebas solicitadas es de ocho meses de trabajo. Se impone como **mes 1**, el primer mes en el que se realizan los primeros pedidos a la empresa y por lo tanto, las pérdidas hasta el momento se atribuyen al primer mes de funcionamiento de la empresa. El precio de venta al público se estima de **41,99€ la crema hidratante, 45,99€ el sérum, 54,99€ el mousse y 39,99€ la crema para contorno de ojos y labios** (determinado en función del precio de productos similares).

Se clasifican las empresas en dos bloques en función de la situación geográfica. Por un lado existen las **empresas 3 y 4**, situados en Catalunya y por otro lado, las **empresas 5 y 6**, situadas en Granada y Alicante, respectivamente.

Las empresas 5 y 6 tienen una capacidad de producción menor, por una parte favorece que no existan pérdidas por caducidad de los productos, pero el transporte supone unos costes adicionales superiores que en el caso de las empresas 3 y 4.

Para determinar el número de ventas se supone que cada mes aumentas las ventas un **5%** respecto el mes anterior hasta el **mes 18** (1 año y medio) dónde las ventas se estabilizan. Independientemente de la empresa elegida para la elaboración de los productos se suponen dos personas trabajando en el proyecto: un director o *Project manager* (persona 1) y un subdirector de proyecto (persona 2). A medida que aumentas las ventas es necesario incorporar nueva platilla para ayudar a gestionar todo el proceso, de esta manera, en el mes seis y doce se incorpora una nueva persona (persona 3 y 4). El salario de la **persona 1** es de **2.500€/mes**, y de las **personas 2,3 y 4**, de **1800€/mes**. Los costes de los eventos promocionales realizados en los puntos de venta ascienden a **20.000€** para el evento inaugural, **10.000€** para el evento de los seis meses, **15.000€** en la celebración anual y **10.000€** en el evento del año y medio. El **diseño de la imagen corporativa** asciende a **3.500€** y el diseño de la página **web** a **2.200€**, más **700€** mensuales para tener la página y las redes sociales actualizadas, con las ofertas correspondientes, etc.

La comisión de los puntos de venta es de un **15%** del total de facturación en los productos.

Las **empresas 2 y 3** tienen un pedido mínimo de **1.000** unidades por producto y las **empresas 5 y 6** tienen una capacidad máxima de producción de **350** unidades de **crema hidratante**, **300** de **sérum**, **250** de **mousse**, **150** unidades de crema específica para el contorno de **ojos y labios** y un máximo de 600 unidades de muestras por envío.

Para las empresas 2 y 3 se supone un número de ventas según la Tabla 7. En el primer mes, se supone una previsión de ventas bajas, ese mismo mes se realizan eventos promocionales y repartición de muestras por lo que se estima que a partir del segundo mes el número de ventas aumente considerablemente y a partir de ese momento, las ventas aumenten de manera progresiva según el porcentaje de crecimiento sugerido.

	<b>Crema hidratante</b>	<b>Sérum</b>	<b>Mousse</b>	<b>Ojos y labios</b>
<b>Mes 1</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>5</b>
<b>Mes 2</b>	100	80	70	50
<b>Mes 3</b>	105	84	74	53
<b>Mes 4</b>	110	88	77	55
<b>Mes 5</b>	116	93	81	58
<b>Mes 6</b>	122	97	85	61
<b>Mes 7</b>	128	102	89	64
<b>Mes 8</b>	134	107	94	67
<b>Mes 9</b>	141	113	98	70
<b>Mes 10</b>	148	118	103	74
<b>Mes 11</b>	155	124	109	78
<b>Mes 12</b>	163	130	114	81
<b>Mes 13</b>	171	137	120	86

<b>Mes 14</b>	180	144	126	90
<b>Mes 15</b>	189	151	132	94
<b>Mes 16</b>	198	158	139	99
<b>Mes 17</b>	208	166	146	104
<b>Mes 18</b>	218	175	153	109

Tabla 7: Previsión de ventas para las empresas 2 o 3

Las empresas 2 y 3 ofrecen servicios de almacenaje y transporte hasta los puntos de venta, lo que disminuye los gastos respecto a las empresas 5 y 6. El coste de almacenaje es de **1.000€/mes** para la **empresa 2** y de **800€/mes** para la **empresa 3**. En ambas empresas el transporte hasta los puntos de venta asciende a **1.800€/viaje**. Se decide suministrar stock a las tiendas una vez cada dos meses.

Según la previsión de ventas, el stock a final de cada mes en las empresas 2 y 3 queda según los resultados de la Tabla 8. Como se puede observar, en el mes 9 es necesario realizar un pedido de 1000 unidades para la **crema hidratante**, el **sérum** y el **mousse**. En el caso de la **crema para contorno de ojos y labios** hay un desperdicio de **285** productos por caducidad a final de año. Por lo que se debe realizar un nuevo pedido de productos para el siguiente mes de **1.000** unidades. En el mes 15 se realiza otro pedido de **1.000** unidades para la **crema hidratante** y el **sérum**.

	<b>Crema hidratante</b>	<b>Sérum</b>	<b>Mousse</b>	<b>Ojos y labios</b>
<b>Mes 1</b>	980	985	992	995
<b>Mes 2</b>	880	905	922	945
<b>Mes 3</b>	775	821	849	893
<b>Mes 4</b>	665	733	771	837
<b>Mes 5</b>	549	640	690	779
<b>Mes 6</b>	427	543	605	719
<b>Mes 7</b>	300	441	516	655
<b>Mes 8</b>	166	334	422	588
<b>Mes 9</b>	1025	1221	1324	518
<b>Mes 10</b>	877	1103	1220	444
<b>Mes 11</b>	722	979	1112	366
<b>Mes 12</b>	559	848	998	285
<b>Mes 13</b>	388	712	878	1000
<b>Mes 14</b>	209	568	752	910
<b>Mes 15</b>	1020	1417	620	816
<b>Mes 16</b>	822	1259	482	717
<b>Mes 17</b>	614	1092	336	613
<b>Mes 18</b>	396	918	183	504

Tabla 8: Stock en las empresas 2 o 3

Para las empresas 5 y 6 se prevé que en el primer mes aun no haya llegado al mercado los productos ya que entre que se solicita el pedido, se fabrica, envasa, traslada hasta el puesto de almacenaje y

transportarlo hasta los puntos de venta limita las ventas en el primer mes por lo que se estiman de cero para todos los productos. A partir del segundo mes, se realiza el evento promocional inicial y se estiman unas ventas, posteriormente se asocia un aumento del 5% en todos los productos hasta estabilizarse en el mes 18. Las previsiones de ventas si se escogen las empresas fuera de Catalunya quedan descritas en la Tabla 9.

	Crema hidratante	Sérum	Mousse	Ojos y labios
Mes 1	0	0	0	0
Mes 2	100	80	70	50
Mes 3	105	84	74	53
Mes 4	110	88	77	55
Mes 5	116	93	81	58
Mes 6	122	97	85	61
Mes 7	128	102	89	64
Mes 8	134	107	94	67
Mes 9	141	113	98	70
Mes 10	148	118	103	74
Mes 11	155	124	109	78
Mes 12	163	130	114	81
Mes 13	171	137	120	86
Mes 14	180	144	126	90
Mes 15	189	151	132	94
Mes 16	198	158	139	99
Mes 17	208	166	146	104
Mes 18	218	175	153	109

Tabla 9: Previsión de ventas si se escogen las empresas 5 o 6

Para las empresas 5 y 6 el coste de transporte es un factor clave ya que para la **empresa 5** hay un coste fijo de **1.200€** por viaje desde la empresa hasta el punto de almacenaje, más el coste del combustible del camión, en este caso son unos **850km** por **1,19€/L** y se calcula que se consume una media de **30L/100km**. Para la **empresa 6**, el precio fijo de transporte es de **1.000€**, más el precio del consumo de combustible de **550km**. Además del coste de transporte desde el almacén hasta los puntos de ventas, con un coste de **1.800€** el viaje.

El stock de productos queda definido en la Tabla 10.

	Crema hidratante	Sérum	Mousse	Ojos y labios
Mes 1	0	0	0	0
Mes 2	250	220	180	100
Mes 3	145	136	107	48
Mes 4	385	348	279	142
Mes 5	269	255	198	84
Mes 6	147	158	113	24
Mes 7	370	356	274	174
Mes 8	236	249	180	107

Mes 9	95	136	82	36
Mes 10	297	318	228	112
Mes 11	142	194	120	35
Mes 12	329	363	256	253
Mes 13	158	227	136	168
Mes 14	329	383	266	232
Mes 15	140	232	134	138
Mes 16	292	374	245	189
Mes 17	84	207	100	85
Mes 18	216	341	194	131

Tabla 10: Stock de las empresas 5 o 6

En verde se señalizan los meses en los que se realiza un pedido, y llega a tienda el mes siguiente. En número de productos más vendido es la crema hidratante y, aunque también es el que permite mayor número de fabricación es el producto en que el stock se acaba antes. Para no solicitar un envío solo de un producto, se establece un diagrama de pedidos en el que en cada solicitud se realizan todos los productos: cremas, *sérum* y *mousse*. Es necesario realizar pedidos en el mes 3, 6, 9, y a medida que aumentan las ventas, en el mes 11, 13, 15, 17, etc.

En la Tabla 11 se exponen los precios de los servicios disponibles en cada empresa.

	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 5	Empresa 6
Legalización extracto de vino	2.900	3.000	2.500	2.700
Formulación cremas y <i>sérum</i> (por producto)	2.600	2.600	2.500	2.600
Formulación mousse	3.200	3.200	3.000	3.100
Dossier seguridad (por producto)	175	180	150	170
Envases para pruebas (15 envases/producto)	198,6	187,5	198,6	187,35
Prueba estabilidad (por producto)	375	370	350	370
Patch test (por producto)	195	210	180	190
Het-Cam test (por producto)	230	240	220	225

<b>Challenge Test (por product)</b>	190	185	180	185
<b>Test antiarrugas (por product)</b>	2.900	3.000	2.800	2.880
<b>Test de uso (por product)</b>	950	1.000	850	900

Tabla 11: Precios de los servicios según la empresa seleccionada (expresada en €)

Los precios para envasar para cada una de las empresas se exponen en la Tabla 12.

	<b>Empresa 2</b>	<b>Empresa 3</b>	<b>Empresa 5</b>	<b>Empresa 6</b>
<b>Precio envase y producto (por unidad)</b>	Crema:3,6 Sérum: 3,99 Mousse: 2,4 Ojos y labios: 3,25 Muestras: 0,99	Crema:3,5 Sérum: 3,8 Mousse: 2,2 Ojos y labios: 3 Muestras: 0,97	Crema:3,5 Sérum: 3,99 Mousse: 2,4 Ojos y labios: 3,25 Muestras: 0,95	Crema:3,55 Sérum: 3,75 Mousse: 2,2 Ojos y labios: 2,99 Muestras: 0,85
<b>Precio packaging (por unidad)</b>	Crema:1,1 Sérum: 1,1 Mousse: 1,1 Ojos y labios: 0,9	Crema:1 Sérum: 1 Mousse: 1 Ojos y labios: 0,85	Crema:1 Sérum: 1 Mousse: 1 Ojos y labios: 0,8	Crema:1 Sérum: 1 Mousse: 1 Ojos y labios: 0,8
<b>Celofán de seguridad (por unidad)</b>	0,4	0,4	0,3	0,3

Tabla 12: Precios de los productos según la empresa seleccionada (expresada en €)

Para las empresas 2 y 3 se decide pedir **2.000** muestras en el mes 1, 3, 5, 7, 9, 11, 15 y 17. Para las empresas 5 y 6, se hace coincidir con los pedidos por lo que se realiza un pedido de **4.000** unidades en el mes 1, 3 y 6 y **2.000** unidades en el mes 9, 11, 15, 17.

El movimiento activo en cada mes si se elige la empresa 2, 3, 5 o 6 se refleja en la Tabla 13.

	<b>Empresa 2</b>	<b>Empresa 3</b>	<b>Empresa 5</b>	<b>Empresa 6</b>
<b>Mes 1</b>	-87.134,51	-85.573,41	-59.591,55	-60.064,70
<b>Mes 2</b>	-81.466,56	-79.705,46	-74.423,60	-74.896,75
<b>Mes 3</b>	-78.995,21	-76.994,11	-80.645,20	-80.242,75
<b>Mes 4</b>	-72.131,30	-69.930,20	-74.281,29	-73.878,84
<b>Mes 5</b>	-68.404,19	-65.963,09	-67.774,18	-67.371,73

<b>Mes 6</b>	-72.021,72	-69.380,62	-83.864,66	-82.586,61
<b>Mes 7</b>	-68.710,13	-65.829,03	-77.273,07	-75.995,02
<b>Mes 8</b>	-60.873,96	-57.792,86	-69.936,90	-68.658,85
<b>Mes 9</b>	-70.525,98	-66.414,88	-72.391,88	-70.438,23
<b>Mes 10</b>	-61.087,11	-56.776,01	-63.453,00	-61.499,35
<b>Mes 11</b>	-54.566,29	-50.015,19	-78.725,13	-61.095,88
<b>Mes 12</b>	-62.195,75	-54.463,31	-69.819,27	-67.190,02
<b>Mes 13</b>	-58.189,60	-48.157,15	-68.636,06	-65.531,21
<b>Mes 14</b>	-46.835,63	-34.803,19	-57.782,10	-54.677,25
<b>Mes 15</b>	-48.803,97	-34.241,53	-55.953,39	-52.172,94
<b>Mes 16</b>	-35.302,23	-18.739,79	-42.951,65	-39.171,19
<b>Mes 17</b>	-22.445,40	-3.882,96	-39.367,77	-34.911,71
<b>Mes 18</b>	<b>-18.555,73</b>	<b>2.046,71</b>	<b>-33.998,10</b>	<b>-29.542,04</b>

Tabla 13: Movimiento activo de las empresas 2, 3, 5 y 6 en €

Para las empresas 2, 5 y 6 el balance es negativo, mientras que para la empresa 3 en el mes 18, empiezan a obtenerse beneficios. Se podría decir que la opción 3 es la mejor para obtener beneficios en el mínimo período aunque a largo plazo no tiene por qué ser la empresa que nos aporte un beneficio mayor, para ello se debería ampliar el estudio e incrementar el período.

## 4. Material y métodos

### 4.1. Material de origen vegetal

Para la elaboración de las emulsiones se incorporan agentes activos: el **residuo de vino** (proporcionado directamente por la **empresa A**) y tres variedades de *Ficus carica L.* procedentes de Formentera: **Albacor** (Al), **Cuello Dama Blanco** (Bl) y **Julia** (Ju), recogidos por la Farmacia Magaña, (Terrassa). Para la elaboración de la fase oleosa se utilizan tres aceites: aceite de **girasol** (adquirido en el supermercado), de **almendras** y de **coco**, ambos 100% naturales y ecológicos.

### 4.2. Material fungible

**Vasos de precipitados** de 10, 25 y 50 mL; **matraces aforados** de 5, 10, 25, 50 y 500 mL; **columna de filtración** de 400mL (vidrio); **probetas graduadas** de 5 y 100 mL; **pipeta Pasteur** de 5 mL (polietileno no estéril); **Kitasato** de 250 mL (vidrio); **puntas transparentes** de 0,1 a 2 µL (P2); **puntas amarillas** de 20 a 200 µL (P200); **puntas azules** de 100 a 1000 µL (P1000); **puntas transparentes** de 1 a 5 mL (P500); **mortero** (vidrio); **tubos de ensayo** con tapón de 10 mL; **microtubos de centrifuga tipo eppendorf** de 1,5 mL; **eppendorf** de 2mL; **varillas magnéticas** para agitación de 30 mm de longitud; **microespátula cuchara** (acero inoxidable); **frasco ámbar** de 60 mL (vidrio); **frasco ámbar** de 150 mL (vidrio); **viales roscados** con tapón naranja de 25 mL (PP); **viales roscados** con tapón naranja de 50 mL (PP); **microplacas** transparentes de 96 pozos; **cubetas** de 4mL (PP); **termómetro** de varilla (vidrio); **papel de aluminio**; **rotulador permanente** negro fino; **soporte**; **tijeras**; **imanes**; **bata de laboratorio**; **guantes** desechables (nitrilo); y **mascarilla** desechable (papel).

### 4.3. Reactivos

**Agua destilada**; **ABTS**, 2,2'-Azino-bis(3-ethyl benzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt,  $C_{18}H_{24}N_6O_6S_4$ , MW: 548,68 g/mol,  $\geq 98\%$  (Sigma-Aldrich); **acetato de sodio trihidratado**,  $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ , MW: 136,1 g/mol (Sigma-Aldrich); **ácido acético**,  $CH_3COOH$ , MW: 60,05 g/mol, 99 – 100 % (Sigma-Aldrich), **ácido clorhídrico 37 %**, HCl, MW: 36,46 g/mol,  $\rho$ : 1,19 g/mL (Sigma-Aldrich); **ácido etilendiaminotetraacético** (EDTA),  $C_{10}H_{16}N_2O_8$ , MW: 292,24 g/mol (Sigma-Aldrich); **ácido gálico**, MW: 170,12 g/mol,  $\geq 98\%$  (Sigma-Aldrich); **ácido tricloroacético** (TCA);  $CCl_3COOH$ ; MW: 163,39 g/mol (Sigma-Aldrich); **alumina**,  $Al_2O_3$ , MW: 101,96g/mol; **carbonato de sodio anhídrido**,  $Na_2CO_3$ , MW: 105,99 g/mol (Panreac); **cloruro de hierro (II) tetrahidratado**,  $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ , MW: 198,81 g/mol (Sigma-Aldrich); **cloruro de hierro (III) hexahidratado**,  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ , MW: 270,3 g/mol (Sigma-Aldrich); **hielo**; **DPPH**, 2,2-Diphenyl-1-picryl-hydrazyl,  $C_{18}H_{12}N_5O_6$ , MW: 394,32 g/mol (Sigma-Aldrich); **etanol**,  $CH_3CH_2OH$ , MW: 46,1 g/mol,  $\rho$ : 0,8 g/mL

(Panreac); **Folin & Ciocalteu**, 2 M respecto el ácido (Sigma-Aldrich); **nitrógeno líquido**; **peroxosulfato de potasio**,  $\geq 99\%$  (Sigma-Aldrich); **tampón fosfato salino** (PBS), 1 tableta en 200 mL (Sigma-Aldrich); **tiocianato de amonio**,  $\text{NH}_4\text{SCN}$ , MW: 76,12 g/mol (Sigma-Aldrich); **TPTZ**, 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina, MW: 312,34 g/mol,  $\geq 98\%$  (Sigma-Aldrich); **Tween-20®**,  $\text{C}_{58}\text{H}_{116}\text{O}_{26}$ , MW: 1227,56 g/mol (Sigma-Aldrich).

#### 4.4. Equipos

**Agitador de tubos "VORTEX"** (SBS MVOR-01); **agitador magnético** (SBS A-06); **agitador mecánico "ULTRA TURRAX"** (IKA T18 basic); **balanza analítica** (OHAUS Pioneer PA64); **baño calefactor** (P SELECTA); **bomba de vacío** (TELSTAR 2F-3); **horno** (P SELECTA 2000205); **cabina de flujo laminar** (TELSTAR AH-100); **baño de ultrasonidos** (Bandelin RK512H); **centrifugadora** (Eppendorf 5415 C); **dsecador**; **espectrofotómetro** (BMG LABTECH FLUOstar Omega); **espectrofotómetro** (ZUZI 4201/20); **frigorífico y congelador** (ZANUSSI); **liofilizador** (UNICRYO MC2L); **micropipeta de 0,1 a 2  $\mu\text{L}$**  (EASY); **micropipeta de 100 a 1000  $\mu\text{L}$**  (EASY); **micropipeta de 1000 a 5000  $\mu\text{L}$**  (EASY); **micropipeta de 20 a 200  $\mu\text{L}$**  (EASY); **microscopio electrónico** (Nikon Eclipse MA200); **pH-metro digital** (CRISON GLP 21); **purificador de agua** (ELGA PURELAB Option-R7 BP); **rotavapor** (BÜCHI R-200); **sonicador** (Fisherbrand Q500).

#### 4.5. Proceso extracción de los polifenoles en los higos

Se dispone de tres variedades de *Ficus carica L.* procedentes Formentera: Albacor (Al), Cuello Dama Blanco (Bl) y Julia (Ju), recolectados en dos temporadas diferentes: julio y septiembre.

Se realiza un estudio bibliográfico de los procesos de extracción de polifenoles, especialmente en higos, centrado en Oliveira (Oliveira et al. 2009), Barolo (Barolo, Ruiz Mostacero, and López 2014), Wojdylo (Wojdyło et al. 2016), Veberic (Veberic, Colaric y Stampar 2008), Ammar (Ammar et al. 2015), Pourghayoumi (Pourghayoumi et al. 2016), Chang (Chang, Alasalvar y Shahidi 2016). A partir del cual se decide:

(a) Separar la piel del resto de fruto para cada variedad y temporada lo que implica un total de 11 muestras diferentes (3 variedades x 2 temporadas x 2 partes diferentes del higo, a excepción de la piel del higo Albacor de septiembre del cual no se dispone de muestra suficiente).

(b) Cortar cada muestra en pequeños segmentos y se añade nitrógeno líquido, con ayuda de un mortero se pica hasta conseguir la muestra en polvo. Rápidamente, para evitar que el higo absorba humedad del aire y que por lo tanto su peso se vea incrementado, se pesan  $1 \pm 0,001\text{g}$  de muestra por vial. Se repite el procedimiento para obtener triplicados de cada muestra, obteniendo un total de 33 muestras diferentes.

- (c) Añadir a cada uno de los viales 2mL de etanol 50% (v/v) y dejar reposar durante 12h.
- (d) Homogenizar las muestras con ayuda del agitador mecánico "UTRA TURRAX" durante 1 min.
- (e) Dejar a temperatura ambiente con agitación magnética a 300 rpm durante un período de 3h.
- (f) Centrifugar los viales de 25mL durante 10 min a 2500 rpm y retirar 1,45mL de sobrenadante en un eppendorf de 2mL.
- (g) Centrifugar durante 12 min a 2500 rpm y retirar 1,4 mL del sobrenadante obtenido para cada muestra.

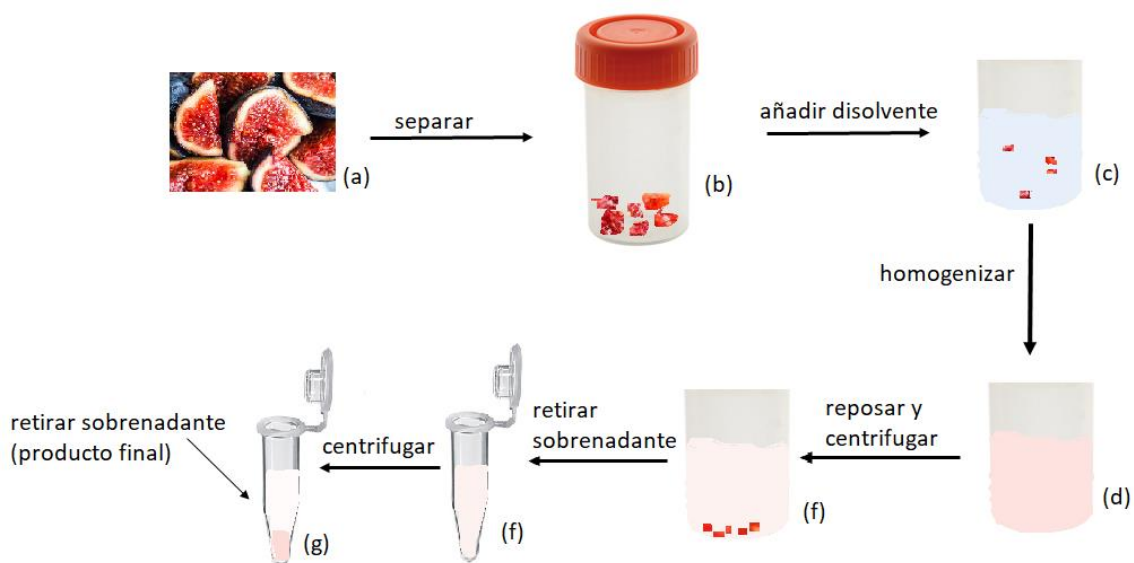


Ilustración 12: Esquema proceso extracción polifenoles

## 4.6. Análisis de la capacidad antirradicalaria

Se realizan pruebas previas para determinar el factor de dilución adecuado con el fin de que la muestra esté dentro de rango en el espectrofotómetro (entre 0,1 y 1 de absorbancia). Todas las muestras se analizan por los 4 métodos siguientes polifenoles totales (TPC), DPPH, ABTS y FRAP.

### 4.6.1. Método TPC

A los extractos se les aplica una dilución determinada previamente y se mezcla en las siguientes proporciones: 11,1% en volumen de extracto, el reactivo Folin & Ciocalteu en 44,4% de volumen y el resto de carbonato de sodio al 20%. Se deja reaccionar durante una hora en la oscuridad y se mide la absorbancia en el espectrofotómetro a  $\lambda = 765 \text{ nm}$ .

Mediante la recta de calibrado con ácido gálico (AG) se representa la absorbancia vs la concentración de AG (mM) y se obtienen los equivalentes de AG (GAE) de la muestra analizada. Los resultados se expresarán como miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra fresca (mg GAE / g).

#### 4.6.2. Método DPPH

Para llevar a cabo este ensayo se prepara una solución DPPH de 5,07 mM en metanol puro. Posteriormente se efectúan las diluciones adecuadas para las muestras. En una microplaca transparente se añade la disolución DPPH (90,9% de volumen) y el extracto de las muestras (9,1% volumen). Se mide la absorbancia en el espectrofotómetro a  $\lambda = 517$  nm durante 75 minutos. Se toma como resultado final el minuto 75. No se analizan los puntos intermedios al comprobarse que no hay diferencias dignas de ser estudiadas.

A partir de la recta de calibrado con Trolox se representa el % absorbancia vs la concentración de Trolox ( $\mu$ M) y se obtienen los  $\mu$ moles equivalentes de Trolox (TE).

Los resultados se expresan en  $\mu$ moles equivalentes de Trolox (TE) por gramo de muestra fresca y en % de inhibición según la siguiente ecuación:

$$\% \text{ inhibición} = \left( \frac{AD-AM}{AD} - \frac{AD-AB}{AD} \right) \cdot 100$$

Donde:

AD = absorbancia del DPPH

AM = absorbancia de la muestra + DPPH

AB = absorbancia del blanco + DPPH

#### 4.6.3. Método ABTS

Para la realización de este ensayo se prepara el radical catiónico ABTS<sup>•+</sup> a partir de ABTS (7 mM) y peroxosulfato de potasio (24,24 mM). La absorbancia del radical catiónico ABTS<sup>•+</sup> se ajusta diluyendo con PBS 10 mM (pH = 7,4) incubado a 30 °C. Esta absorbancia debe mantenerse entre 0,9 y 1.

El ensayo se realiza en una microplaca transparente mezclando la disolución que contiene el radical ABTS<sup>•+</sup> en un 90,9% de volumen y el resto del extracto de la muestra, en la dilución adecuada para que la absorbancia quede dentro del rango. Se mide la absorbancia en el espectrofotómetro a  $\lambda = 734$  nm durante 15 minutos. Se toma como resultado final el minuto 10.

A partir de una la recta de calibrada con Trolox se presenta el % de absorbancia vs la concentración de Trolox ( $\mu\text{M}$ ) y se obtendrán los equivalentes de trolox (TE).

Los resultados se expresan en  $\mu\text{moles}$  equivalentes de Trolox (TE) por gramo de muestra fresca y en forma de % de inhibición según la siguiente ecuación:

$$\% \text{ inhibición} = \left( \frac{AA-AM}{AA} - \frac{AA-AB}{AA} \right) \cdot 100$$

Donde:

AA = absorbancia del ABTS<sup>•+</sup>

AM = absorbancia de la muestra + ABTS<sup>•+</sup>

AB = absorbancia del blanco + ABTS<sup>•+</sup>

#### 4.6.4. Método FRAP

La determinación en microplaca se realiza mezclando el reactivo FRAP (90,9% de volumen) incubado a 37 °C con las muestras (9,1% volumen). El reactivo FRAP se prepara a partir del tampón acético acetato 300 mM y los reactivos TPTZ 10 mM y cloruro de hierro (III), 20 mM. Estos se mezclan en la relación 10: 1: 1 respectivamente. Se realiza la lectura de la absorbancia en el espectrofotómetro midiendo a  $\lambda = 593 \text{ nm}$  a los 15 minutos.

A partir de una recta de calibrado con Trolox se presenta el % de absorbancia vs la concentración de Trolox ( $\mu\text{M}$ ) y se obtienen los equivalentes de trolox (TE).

Los resultados se expresarán como micromoles equivalentes de Trolox por gramo de muestra fresca ( $\mu\text{mol TE / g}$ ) y en forma de % de inhibición según la siguiente ecuación:

$$\% \text{ inhibición} = \left( \frac{AF-AM}{AA} - \frac{AF-AB}{AA} \right) \cdot 100$$

Donde:

AF = absorbancia del reactivo FRAP

AM = absorbancia de la muestra + reactivo FRAP

AB = absorbancia del blanco + reactivo FRAP

## 4.7. Preparación de “los sistemas modelo controlados”: emulsiones

Para la elaboración de las emulsiones es imprescindible disponer de dos fases: aceite y agua, y un emulsionante (en este caso Tween-20®) que permite la estabilización del sistema con de ambas fases mezcladas. Independientemente del tipo de aceite utilizado, el procedimiento es el mismo en todos los casos.

(a) Se pesan cada uno de los componentes en diferentes vasos de precipitados y se añade el Tween-20® en el aceite. Se protegen con papel de aluminio para reducir la oxidación por efecto de la luz y en hielo para evitar la oxidación por efecto de la temperatura. Tras diversos ensayos se ha observado que las bajas temperaturas antes y durante la elaboración de las emulsiones favorece la homogenización y aporta una densidad más espumosa a la emulsión.

(b) Se sonica 5 minutos, con el recipiente en baño de hielo. Se añade gota a gota el aceite con el emulsionante durante unos 2 minutos. Cuando la mezcla está finalizada, se deja el sonicador a máxima potencia hasta el total de 5 minutos más para mejorar la homogenización de los componentes y, por lo tanto, su estabilidad.

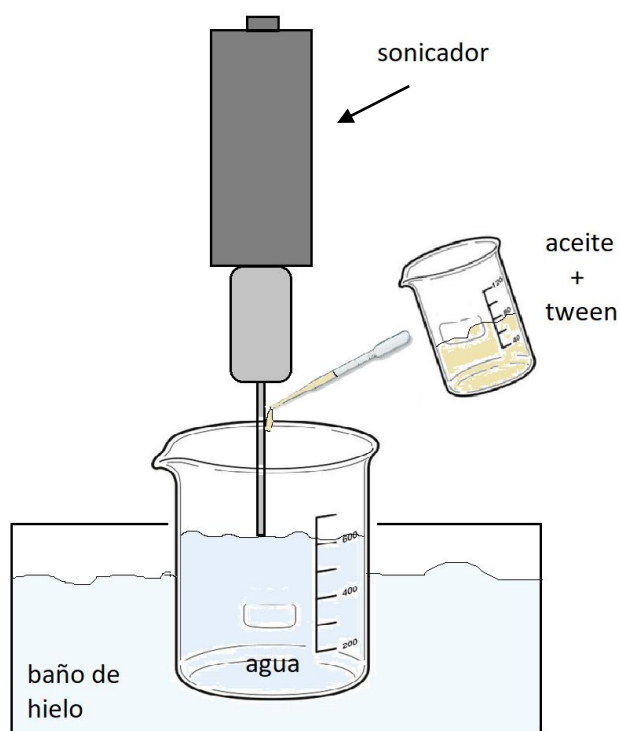


Ilustración 13: Esquema general de la elaboración de emulsiones

(c) Finalmente se separa en tantas alícuotas como muestras se necesiten y en cada una de ellas se añaden los agentes antioxidantes, antimicrobianos y el resto de componentes con agitación magnética constante para evitar la pérdida de homogeneidad.

#### **4.7.1. Componentes de los ensayos con emulsiones**

Los ensayos se realizan con emulsiones que contienen cinco componentes diferentes: agua, aceite, emulsionante, agente antioxidante (extractos vegetales) y agente antimicrobiano (citrato de plata). Los antioxidantes seleccionados son extracto de higo (el que tenga mayor capacidad antioxidante de todos los analizados) y extracto de vino (realizado industrialmente a partir de las pepitas con maceración en etanol y proporcionado por la empresa interesada en formato polvo). Estos extractos carecen de actividad antimicrobiana necesaria para evitar la formación de microorganismos que puedan reducir la vida útil de las emulsiones. El citrato de plata es el componente elegido con actividad antimicrobiana. Según indicaciones del proveedor del citrato, se recomienda incorporar entre el 0,1% y 0,2% (masa/masa) en las emulsiones.

Se realizan controles positivos (C<sup>+</sup>) y controles negativos (C) para cada tipo de emulsión realizada.

Todas las emulsiones tienen (a) agua destilada, (b) emulsionante (Tween-20<sup>®</sup>) son emulsiones O/W, y (c) aceite (girasol, almendra o coco según el ensayo realizado).

Para el control negativo, el resto de volumen será etanol 50% (v/v), para el control positivo habrá un 1% en volumen de ácido gálico como agente antioxidante y el resto etanol 50% (v/v). Para la muestra, se añade el extracto (higo o residuo de vino) y el citrato de plata como agente antimicrobiano. Para cada ensayo las concentraciones se modifican y quedan especificadas en cada apartado.

##### **4.7.1.1. Aceite**

Para la elaboración de las emulsiones se decide realizar estudios con tres aceites diferentes: aceite de girasol, de almendra y de coco. El aceite de coco utilizado es 100% ecológico y sin aditivos.

Para el aceite de girasol y de almendras se realizan dos pases a través de alúmina, con ayuda de bomba de vacío. El aceite pasa a través de una columna con 140g de alúmina activada en cada filtración por cada 200g de aceite inicial. Para evitar la oxidación del aceite se cubre con papel de aluminio durante todo el proceso y se guarda a -80°C hasta su utilización.

A lo largo de los ensayos se realizan emulsiones con aceite al 10% o al 30% en volumen.

##### **4.7.1.2. Higo**

El extracto de higo se liofiliza durante 40 h. Antes de introducir la muestra en el liofilizador se debe evaporar el etanol que queda presente en la muestra. Se hace con el rotavapor a una presión de 100-130 mbar y con el baño a una temperatura de 40°C. En la emulsión se introduce solubilizado en una concentración de 1g de extracto de higo liofilizado en 2ml de etanol 50% (v/v).

Las concentraciones de la disolución de extracto de higo liofilizado en las emulsiones varían según el ensayo hasta una concentración máxima del 1% en volumen.

#### 4.7.1.3. Estudio de la saturación de la disolución con residuo de vino

Se añade 0,2g en 2mL de 50% etanol (v/v) y se aumenta la concentración hasta saturación (hasta observar el primer precipitado). El valor obtenido es de 1g de extracto en 2mL al 50% de etanol (v/v).

Las concentraciones de la disolución de residuo de vino en las emulsiones varían según el ensayo hasta una concentración máxima del 1% en volumen.

#### 4.7.1.4. Ácido gálico

Las muestras de control positivo tienen 0,1% de ácido gálico.

$$X \text{ mL por muestra} \cdot \frac{0.1\text{g ácido gálico}}{100\text{mL muestra}} = x \text{ g de ácido gálico}$$

Se añade solubilizado en etanol 50%

$$X \text{ mL por muestra} \cdot \frac{1\text{mL etanol 50\%}}{100\text{mL muestra}} = x' \text{ mL Etanol 50\% (v/v)}$$

Se realiza una mezcla de  $x$  g de ácido gálico en  $x'$  mL de etanol 50% (v/v). Para minimizar el error en la balanza electrónica se pesa 0.1g de ácido gálico en 1mL de disolvente.

#### 4.7.2. Valor de peróxidos (VP)

Se preparan dos reactivos, uno de ellos contiene 10,57 g de ácido clorhídrico y 0,3976 g de cloruro de hierro (II) tetrahidratado ( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) y el segundo, 30,25 g de tiocianato de amonio ( $\text{NH}_4\text{SCN}$ ).

Se pesa una gota de emulsión ( $0,01 \pm 0,009$  g) con una precisión de 0,0001 g. Se añade etanol y se agita mediante un vórtex.

En una cubeta transparente, se introducen etanol y los dos reactivos hasta una concentración en volumen del 1,875% de cada uno. Se añade la muestra diluida (a más oxidación más dilución) y se agita. Finalmente, se mide la absorbancia a 500 nm.

El valor de peróxidos (VP) es una medida del grado de oxidación primaria de los lípidos. Los hidroperóxidos son los principales responsables del enranciamiento de los alimentos que contienen grasas o aceites, y se forman durante las primeras etapas de oxidación.

#### 4.7.3. Determinación del pH

La determinación del pH se realizará con la ayuda de un medidor de pH (pH-metro digital) previamente calibrado. Se homogeniza manualmente cada uno de los viales con las emulsiones y se introduce el electrodo para leer el valor de pH. Para los productos cosméticos aplicados sobre la

piel es conveniente que el pH esté situado en un intervalo de entre 3,5 y 7. Determinación de la estabilidad de la emulsión

#### 4.7.4. Determinación de la estabilidad de la emulsión

Para el estudio de la estabilidad en emulsiones se realizan dos métodos. En primer lugar se observa la variación de la superficie a lo largo del tiempo. Las emulsiones empiezan a desestabilizarse como resultado del envejecimiento y se rompen según los mecanismos mencionados en el punto 1.2.2.2. También se realiza un estudio de la distribución del tamaño electrónico con el microscopio electrónico facilitado por el departamento de materiales de la *Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Barcelona*.

Al tratarse de emulsiones O/W, las gotas formadas serán de aceite. Para analizar el tamaño de gota se homogeniza cada muestra y se añade una gota en el microscopio y se realiza una fotografía de la imagen obtenida, señalizando la escala y las dimensiones de cada gota. A continuación, se espera 5 min y se repite el procedimiento anterior. Se realiza la fotografía en dos tiempos diferentes porque tras homogenizar la muestra la distribución habitual de las gotas cambia y a lo largo del tiempo, vuelve a disponerse según su energía mínima. El procedimiento se realiza tras la finalización del primer ensayo.

Para poder extraer conclusiones se determina el porcentaje de superficie máxima ocupada por las gotas de aceite en el tiempo inicial y a los cinco minutos y se comparará con la estabilidad que presenten. Se clasifican las gotas según el diámetro (D) que presentan:  $D < 100$ ,  $100 < D < 200$ ,  $200 < D < 400$  y  $D > 400$  (expresado en  $\mu\text{m}$ ). El porcentaje de superficie máxima ocupada se calcula:

$$S_o = \frac{\sum N \cdot r^2 \cdot \pi}{S_T} \cdot 100$$

Donde:

N=Número de gotas

r = radio de la gota

$S_T$ = superficie total estudiada

$S_o$ = superficie ocupada por las gotas

El valor del radio para cada intervalo será su valor máximo, es decir para  $D < 100$  es radio será 50  $\mu\text{m}$ ,  $100 < D < 200$  ( $r=100 \mu\text{m}$ ) y finalmente para  $200 < D < 400$  ( $r=200 \mu\text{m}$ ). En el caso de las gotas con  $D > 400$ , se ha observado que el diámetro máximo que alcanzan las gotas es de 600  $\mu\text{m}$  por lo que se utiliza un  $r=300 \mu\text{m}$ .

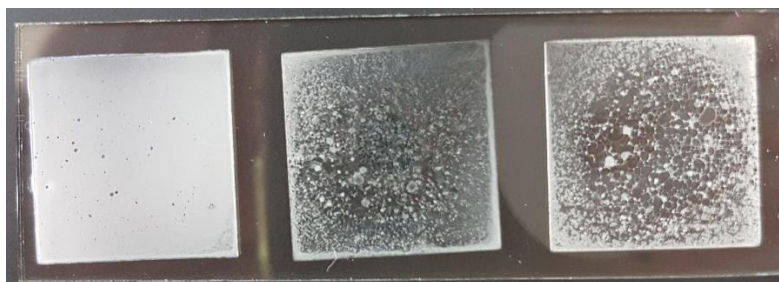


Imagen 18: Gotas de emulsiones

#### 4.7.5. Ensayo TBARS en emulsiones

El ensayo TBARS (*Thiobarbituric Acid Reactive Substances*) permite medir el grado de oxidación secundaria de la muestra.

En 400 $\mu$ L de emulsión en un tubo de ensayo de vidrio, se añaden 200 $\mu$ L de EDTA al 0,3% w/w y 2 mL del reactivo de TBA (preparado mezclando 43% w/w de solución de TCA con 0,93% w/w de solución de TBA, agregando 10,4 ml de HCL 37% y diluido con agua destilada hasta 500 ml). A continuación, se homogeneiza en un baño de ultrasonidos durante 10min y se introduce en un baño de agua a 90 °C durante 10min para que tenga lugar la reacción. Finalmente se dejan reposar 3 minutos en hielo y se dejan reposar hasta alcanzar la temperatura ambiente y se mide su absorbancia a 532 nm en un espectrofotómetro UV/VIS, utilizando agua MilliQ como blanco.

## 5. Resultados y discusión

El proyecto tiene como uno de los objetivos determinar los parámetros para la fabricación de una emulsión estable, solo con antioxidantes naturales. Para ello se realizan ensayos que permite seleccionar de entre los márgenes acotados cuál es el mejor producto.

El proceso de selección utilizado en estos ensayos se basa en estudiar la evolución de la oxidación mediante el análisis del valor de peróxido en las emulsiones realizadas en el laboratorio.

Las variables consideradas en el proyecto son:

1. Extracto utilizado: residuo de vino
2. Concentración del extracto
3. Concentración del componente antimicrobiano
4. Tipo de aceite utilizado en la base de la emulsión
5. Temperaturas de trabajo

En proceso realizado para la selección de cada variable se basa en hacer ensayos en los que solamente se modifica una de las variables, dejando el resto fijas para poder determinar el valor óptimo de la variable dentro del rango definido. Las conclusiones se extraen mediante el análisis de datos obtenidos de la prueba de valor de peróxidos. No se han analizado las posibles interacciones entre las variables, porque no era el objetivo del proyecto.

El primer punto es determinar qué clase de higo se utiliza, en que época del año se recoge el fruto para aumentar su capacidad antioxidante y qué disolvente permite mejor la extracción.

### 5.1. Condiciones iniciales en los ensayos

Para la obtención de unos resultados y posteriores conclusiones se fijan unas condiciones para todos los ensayos con el fin de minimizar los errores, descartando posibles resultados incorrectos y otras desviaciones comunes en el laboratorio.

1. El proceso utilizado para descartar posibles valores anormales es realizar una gráfica de intervalos, donde los valores que no se encuentran entre el primer y el tercer cuartil (Q1-Q3) son seleccionados como valores fuera de rango y por lo tanto, no se utilizan para el análisis de resultados.
2. Se considera que dos factores son significativamente diferentes cuando se obtenga un p-valor inferior a 0,05. Por lo tanto, el nivel de significancia es  $\alpha = 0,05$

Ambos procedimientos se realizan utilizando el programa *Minitab*.

## 5.2. Elección higo

El higo se añade a la emulsión en forma de dilución concentrada. En primer paso para lograr obtener la mayor concentración de polifenoles en la extracción para que su capacidad antioxidante sea más alta es determinar qué disolvente y en qué concentración se deben realizar las extracciones. Posteriormente, se debe seleccionar qué variedad de higo, la temporada y la parte (piel o pulpa) con mayor capacidad antioxidante.

Tras una extensa búsqueda bibliográfica de estudios realizados por Ammar (Ammar et al. 2015), Barolo (Barolo, Ruiz Mostacero, and López 2014), Chang (S. K. Chang, Alasalvar, and Shahidi 2016), Oliveira (Oliveira et al. 2009), Pourghayoumi (Pourghayoumi et al. 2016), Wojdylo (Wojdyło et al. 2016) se concluye, a nivel bibliográfico que el disolvente óptimo para la extracción de los polifenoles presentes en el higo es el metanol 80% (v/v) seguido del etanol 80% (v/v). El metanol se descarta por sus efectos perjudiciales sobre la piel.

Para corroborar si dicho disolvente es el óptimo en nuestro caso, se hacen unas pruebas experimentales, midiendo TPC para una muestra a diferentes concentraciones de etanol: 0, 20, 40, 60, 80 y 100% etanol (v/v). Los resultados indican que con porcentajes iguales o superiores al 60% presentan precipitados por lo que invalidan los resultados obtenidos por el espectrofotómetro. Se decide usar otro método que no involucre medio básico y se ve que a partir del 50% de etanol las diferencias en la capacidad antirradicalaria no son significativas. Se decide utilizar etanol con agua al 50% como disolvente (v/v) para la extracción de polifenoles en los higos utilizados a lo largo de los ensayos del proyecto.

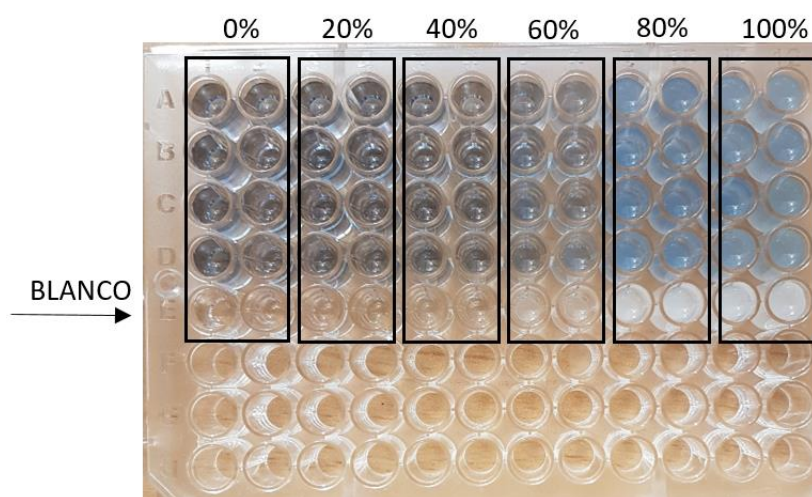


Imagen 19: Resultados del método de TPC a diferentes concentraciones de etanol

La capacidad antioxidante se determina mediante espectrofotometría, por lo que se debe conocer el factor de dilución adecuado de cada muestra para que los resultados de los métodos estén dentro del rango (específico para cada método).

Los resultados obtenidos indican que para las muestras de piel de julio de las tres variedades y para la piel de septiembre del higo Julia es necesario realizar una dilución superior. Tras varias diluciones se concluye que el factor de dilución adecuado para cada muestra es:

Variedad	Temporada	Parte del higo	Factor dilución
Blanca	Julio	Pulpa	1
Blanca	Septiembre	Pulpa	1
Blanca	Septiembre	Piel	1
Julia	Julio	Pulpa	1
Julia	Septiembre	Pulpa	1
Albacor	Septiembre	Pulpa	1
Albacor	Julio	Pulpa	1
Julia	Septiembre	Piel	2
Albacor	Julio	Piel	10
Blanca	Julio	Piel	10
Julia	Julio	Piel	10

Tabla 14: Factor final de dilución de cada muestra

### 5.3. Determinación de la capacidad antioxidante

#### 5.3.1. Método TPC

Mediante la recta de calibrado de ácido gálico  $y = 1,3496x + 0,0106$  se expresan los resultados como miligramos equivalentes de AG por gramo de muestra fresca (mg GAE/g) para cada muestra.

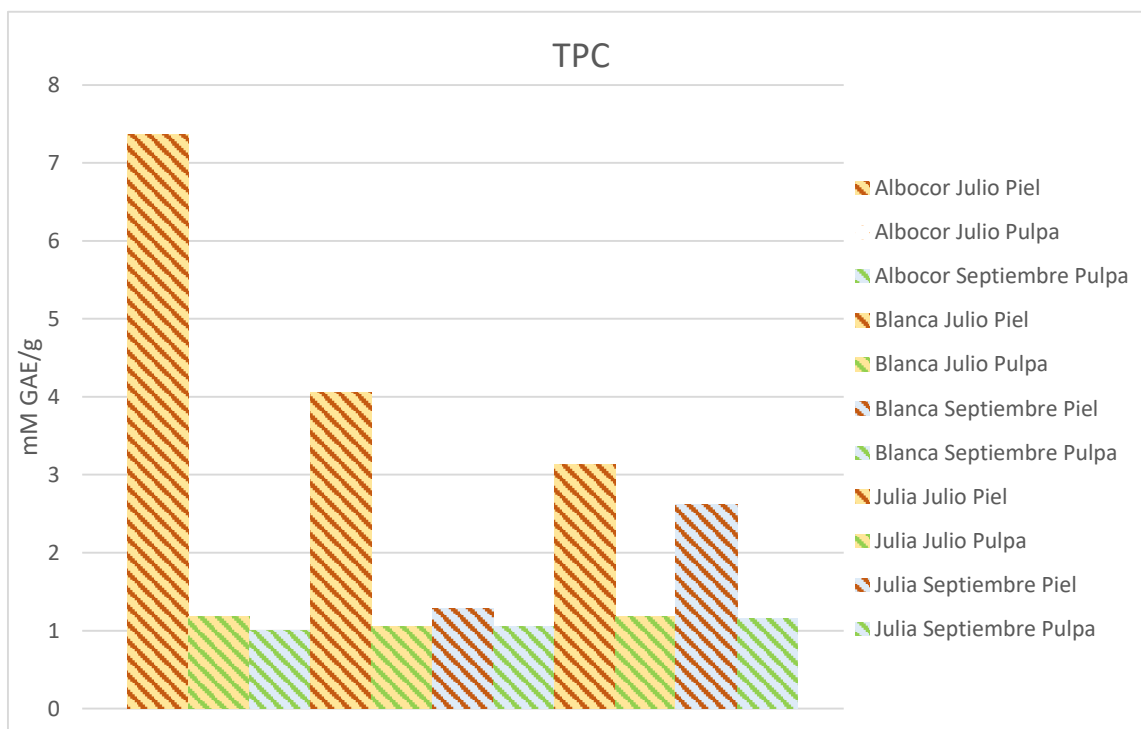


Gráfico 6: mM GAE/g con el método TPC para cada muestra

Las diferencias entre la piel y la pulpa son muy destacables.

Parte del higo	Media $\pm$ SD	IC de 95%
Piel	3,84 $\pm$ 2,074	(3,37; 4,30)
Pulpa	1,13 $\pm$ 0,087	(0,73; 1,53)

Tabla 15: Medias según la parte del higo

La piel tiene una capacidad antioxidante mayor que la pulpa. Esta conclusión coincide con el estudio realizado por Russo (Russo et al. 2014) como también los ensayos realizados por Viuda-Martos (Viuda-Martos et al. 2015) y sus respectivos colaboradores.

Para el tipo de higo se obtiene una  $\alpha = 0,136$ , al ser  $\alpha > 0,05$  se considera que no hay diferencias significativas. Vistos los resultados no tiene sentido hacer medias de lo obtenido con la pulpa y la piel y se trabaja por separado.

### 5.3.1.1. Piel

Para el tipo de higo se realiza un análisis estadístico ANOVA (con un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ ). Se obtiene  $\alpha=0,000$ . Se puede decir que si es significativo el tipo de higo utilizado. Mediante la comparación de Turkey se pueden agrupar según sea de tipo Albacor (A) o Blanca/Julia (B).

Tipo	Media $\pm$ SD	IC de 95%
Albacor	7,36 $\pm$ 0,337 <sup>A</sup>	(6,62; 8,09)
Blanca	2,89 $\pm$ 1,043 <sup>B</sup>	(1,33; 3,45)
Julia	2,88 $\pm$ 0,535 <sup>B</sup>	(2,36; 3,40)

Tabla 16: Medias según el tipo de higo

En cuanto a la temporada, se obtiene una  $\alpha = 0,000$ , por lo tanto hay diferencia significativa entre la temporada de julio (a) y septiembre (b).

Temporada	Media $\pm$ SD	IC de 95%
Julio	4,85 $\pm$ 1,888 <sup>a</sup>	(4,14; 5,56)
Septiembre	2,06 $\pm$ 0,807 <sup>b</sup>	(1,13; 3,00)

Tabla 17: Medias según la temporada del higo

La capacidad antioxidante de los higos recogidos en julio es mayor que la de los higos recogidos en septiembre (Tabla 17) con una  $\alpha=0,05$ . Veberic (Veberic, Colaric y Stampar 2008) obtiene resultados diferentes, ya que el valor de fenoles totales es mayor en septiembre que en julio: sin embargo, esto no es de extrañar, ya que son muchos los factores implicados: condiciones de temperaturas, radiación solar y precipitación en el año realizado, entre otros.

Se concluye que la muestra con mayor cantidad de polifenoles extraíbles es la **piel de Albacor cosechada en julio**.

Realizando el análisis estadístico de correlación con Minitab (Estadística > Estadísticas Básicas > Correlación) se observa que no existe relación entre el tipo de higo y el mes de cosecha.

Variedad	Temporada	Media $\pm$ SD (mg GAE / g)
Albacor	Julio	7,36 $\pm$ 0,337 <sup>aA</sup>
Blanca	Julio	4,10 $\pm$ 0,297 <sup>aB</sup>
Blanca	Septiembre	1,28 $\pm$ 0,025 <sup>bB</sup>
Julia	Julio	3,13 $\pm$ 0,387 <sup>aB</sup>
Julia	Septiembre	2,62 $\pm$ 0,564 <sup>bB</sup>

Tabla 18: Medias de la piel de higos con el método TPC

### 5.3.1.2. Pulpa

Se realiza el análisis estadístico ANOVA (con un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ ) para las pulpas.

Para el tipo de higo se obtiene  $\alpha=0,000$ . Sí que hay diferencias significativas entre los diferentes tipos de higos entre Albacor/Julia (A) o Blanca (B) (análisis de Tuckey)

Tipo	Media $\pm$ SD	IC de 95%
Albacor	1,16 $\pm$ 0,008 <sup>A</sup>	(1,13; 1,19)
Blanca	1,05 $\pm$ 0,067 <sup>B</sup>	(1,01; 1,09)
Julia	1,16 $\pm$ 0,054 <sup>A</sup>	(1,13; 1,21)

Tabla 19: Medias según el tipo de higo

En cuanto a la temporada, se obtiene una  $\alpha = 0,506$ , por lo tanto, no hay diferencia significativa entre la temporada de julio y septiembre.

Temporada	Media $\pm$ SD	IC de 95%
Julio	1,14 $\pm$ 0,102	(1,10; 1,18)
Septiembre	1,12 $\pm$ 0,072	(1,08; 1,16)

Tabla 20: Medias según la temporada del higo

Realizando el análisis estadístico de correlación con Minitab (Estadística > Estadísticas Básicas > Correlación) se observa que no existe relación entre el tipo de higo y el mes de cosecha.

Variedad	Temporada	Media $\pm$ SD (mg GAE / g)
Albacor	Julio	1,18 $\pm$ 0,102 <sup>A</sup>
Albacor	Septiembre	1,15 $\pm$ 0,065 <sup>A</sup>
Blanca	Julio	1,06 $\pm$ 0,061 <sup>B</sup>
Blanca	Septiembre	1,06 $\pm$ 0,065 <sup>B</sup>
Julia	Julio	1,18 $\pm$ 0,061 <sup>A</sup>
Julia	Septiembre	1,16 $\pm$ 0,048 <sup>A</sup>

Tabla 21: Medias de la pulpa de higos con el método TPC

### 5.3.2. Método DPPH

Los valores medios de  $\mu$ moles de Trolox equivalentes (TE) por gramo de muestra fresca se calculan utilizando la recta de calibración  $y= 0,0009x+0,0078$ .

### 5.3.2.1. Piel

Las medias de los  $\mu$ moles de TE por gramo de extracto para el método DPPH se exponen en la Tabla 22.

Variedad	Temporada	Factor de dilución	Media $\pm$ SD ( $\mu$ moles TE/g)
Albacor	Julio	10	119,83 $\pm$ 10,834
Blanca	Julio	10	44,42 $\pm$ 4,179
Blanca	Septiembre	1	8,14 $\pm$ 0,583
Julia	Julio	10	28,87 $\pm$ 2,904
Julia	Septiembre	2	19,96 $\pm$ 0,539

Tabla 22: Medias de piel de higos con el método DPPH

### 5.3.2.2. Pulpa

En el caso de las pulpas, los resultados quedan según los valores de la Tabla 23.

Variedad	Temporada	Factor de dilución	Media $\pm$ SD ( $\mu$ moles TE/g)
Albacor	Julio	1	9,91 $\pm$ 0,254
Albacor	Septiembre	1	11,6 $\pm$ 0,374
Blanca	Julio	1	7,84 $\pm$ 0,353
Blanca	Septiembre	1	13,99 $\pm$ 0,617
Julia	Julio	1	14,12 $\pm$ 0,738
Julia	Septiembre	1	17,03 $\pm$ 0,721

Tabla 23: Medias de pulpa de higos con el método DPPH

A continuación, se calcula el valor de  $IC_{50}$  para las muestras con mayor cantidad de polifenoles extraídos (piel recolectada en julio para las tres variedades de higos). El valor del  $IC_{50}$  es el valor de g de extracto/mL de muestra con una inhibición del 50%. A menos valor, más capacidad antirradicalaria, porque significa que con menos cantidad obtenemos esa inhibición.

### 5.3.2.3. $IC_{50}$

Los resultados obtenidos se exponen en la Tabla 24. Las rectas de calibrado se obtienen de representar el % de inhibición vs g de extracto/mL. La especie albacor es la que tiene menos  $IC_{50}$ , por lo tanto, mayor actividad antirradicalaria.

Muestra	Recta calibrado	$R^2$	$IC_{50}$ (g/mL)
Albacor	$y = 1254,2x + 17,502$	0,993	0,026
Blanca	$y = 308,09x + 9,315$	0,994	0,132
Julia	$y = 187,37x + 6,741$	0,988	0,231

Tabla 24: Valores de  $IC_{50}$  para el método DPPH

### 5.3.3. Método ABTS

El valor medio de los  $\mu$ moles de Trolox equivalentes (TE) por gramo de muestra utilizando la recta  $y = 0,0024x - 0,0356$  se presenta en la Tabla 25 y Tabla 26.

#### 5.3.3.1. Piel

Las medias de los  $\mu$ moles de TE por gramo de extracto se exponen en la Tabla 25.

Variedad	Temporada	Factor de dilución	Media $\pm$ SD ( $\mu$ moles TE/ g)
Albacor	Julio	10	61,83 $\pm$ 4,255
Blanca	Julio	10	27,91 $\pm$ 1,994
Blanca	Septiembre	1	8,90 $\pm$ 0,834
Julia	Julio	10	24,82 $\pm$ 2,123
Julia	Septiembre	2	16,34 $\pm$ 1,319

Tabla 25: Medias de la piel de higos con el método ABTS

#### 5.3.3.2. Pulpa

Se repite el procedimiento para las pulpas.

Variedad	Temporada	Factor de dilución	Media $\pm$ SD ( $\mu$ moles TE/ g)
Albacor	Julio	1	11,82 $\pm$ 1,268
Albacor	Septiembre	1	13,50 $\pm$ 1,528
Blanca	Julio	1	11,94 $\pm$ 1,176
Blanca	Septiembre	1	16,56 $\pm$ 1,161
Julia	Julio	1	12,26 $\pm$ 0,879
Julia	Septiembre	1	12,63 $\pm$ 1,438

Tabla 26: Medias de la pulpa de higos con el método ABTS

#### 5.3.3.3. IC<sub>50</sub>

Se determinan las rectas de calibrado representando el % de inhibición vs g de extracto/mL para las pieles de julio de las tres variedades de higos seleccionados. Al igual que en el caso anterior la Albacor es la que tiene más actividad antirradicalaria.

Muestra	Recta calibrado	R <sup>2</sup>	IC <sub>50</sub> (g/mL)
Albacor	$y = 2111,3x + 10,06$	0,993	0,019
Blanca	$y = 1181,7x + 2,86$	0,991	0,039
Julia	$y = 1108,8x + 1,64$	0,995	0,043

Tabla 27: Valores de IC<sub>50</sub> para el método ABTS

### 5.3.4. Método FRAP

A partir de una recta de calibrado con Trolox  $y = 0,0036x - 0,0147$  se obtienen los equivalentes de Trolox (TE). Los resultados se expresarán como  $\mu$ moles equivalentes de Trolox por gramo de muestra fresca ( $\mu\text{mol TE} / \text{g}$ ).

#### 5.3.4.1. Piel

Las medias de los  $\mu$ moles de TE por gramo de extracto se exponen en la Tabla 28.

Variedad	Temporada	Factor de dilución	Media $\pm$ SD ( $\mu\text{moles TE} / \text{g}$ )
Albacor	Julio	10	41,37 $\pm$ 3,20
Blanca	Julio	10	8,18 $\pm$ 1,106
Blanca	Septiembre	1	2,07 $\pm$ 0,243
Julia	Julio	10	12,16 $\pm$ 1,384
Julia	Septiembre	2	4,94 $\pm$ 0,259

Tabla 28: Medias de piel de higos con el método FRAP

#### 5.3.4.2. Pulpa

Las medias de los  $\mu$ moles de TE por gramo de extracto para el método FRAP se exponen en la Tabla 29.

Variedad	Temporada	Factor de dilución	Media $\pm$ SD ( $\mu\text{moles TE} / \text{g}$ )
Albacor	Julio	1	3,55 $\pm$ 0,447
Albacor	Septiembre	1	3,29 $\pm$ 0,421
Blanca	Julio	1	2,03 $\pm$ 0,415
Blanca	Septiembre	1	3,45 $\pm$ 0,230
Julia	Julio	1	2,82 $\pm$ 0,309
Julia	Septiembre	1	2,87 $\pm$ 0,323

Tabla 29: Medias de pulpa de higos con el método FRAP

#### 5.3.4.3. IC<sub>50</sub>

Los resultados obtenidos del IC<sub>50</sub> se exponen en la Tabla 30. Las rectas de calibrado se obtienen de representar el % de inhibición vs g de extracto/mL.

Muestra	Recta calibrado	R <sup>2</sup>	IC <sub>50</sub> (g/mL)
Albacor	$y = 2088,7x + 13$	0,992	0,017
Blanca	$y = 534,72x + 4,87$	0,999	0,084
Julia	$y = 532,42x + 0,72$	0,993	0,092

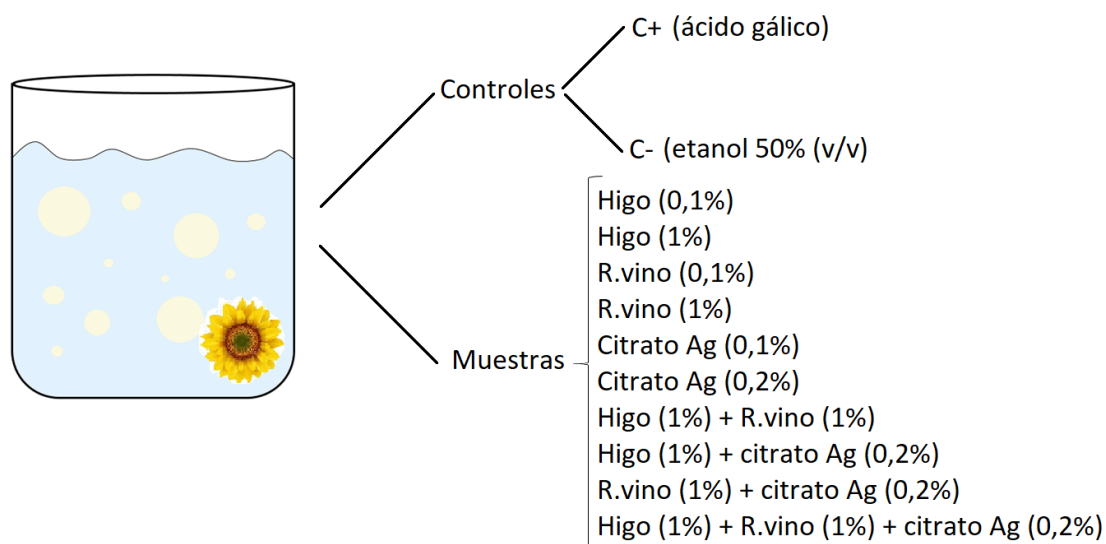
Tabla 30: Valores de IC<sub>50</sub> para el método FRAP

## 5.4. Primera elaboració de emulsions

Para el primer ensayo se realiza con aceite de girasol al 30% (masa/masa) y Tween-20® al 1% (masa/masa) para todas las emulsiones. Las muestras contienen extracto liofilizado de higo (0,1% o 1%), residuo de vino (0,1% o 1%), citrato de plata (0,1% o 0,2%), la combinación de los dos antioxidantes, la combinación de cada antioxidante con el activo antimicrobiano y finalmente, la combinación de los tres componentes. Todas las combinaciones se realizan a las concentraciones más altas seleccionadas para cada componente. El resto del volumen de la emulsión es agua destilada.

Para el control negativo los extractos y el citrato de plata son substituidos por etanol al 50% (v/v) y en el caso del control positivo por AG.

Las muestras se mantienen protegidas de la luz solar, en agitación y temperatura de 32°C.



Il·lustració 14: Esquema de la primera elaboració de emulsions

### 5.4.1. Comparación extracto liofilizado de higo 0,1% vs 1%

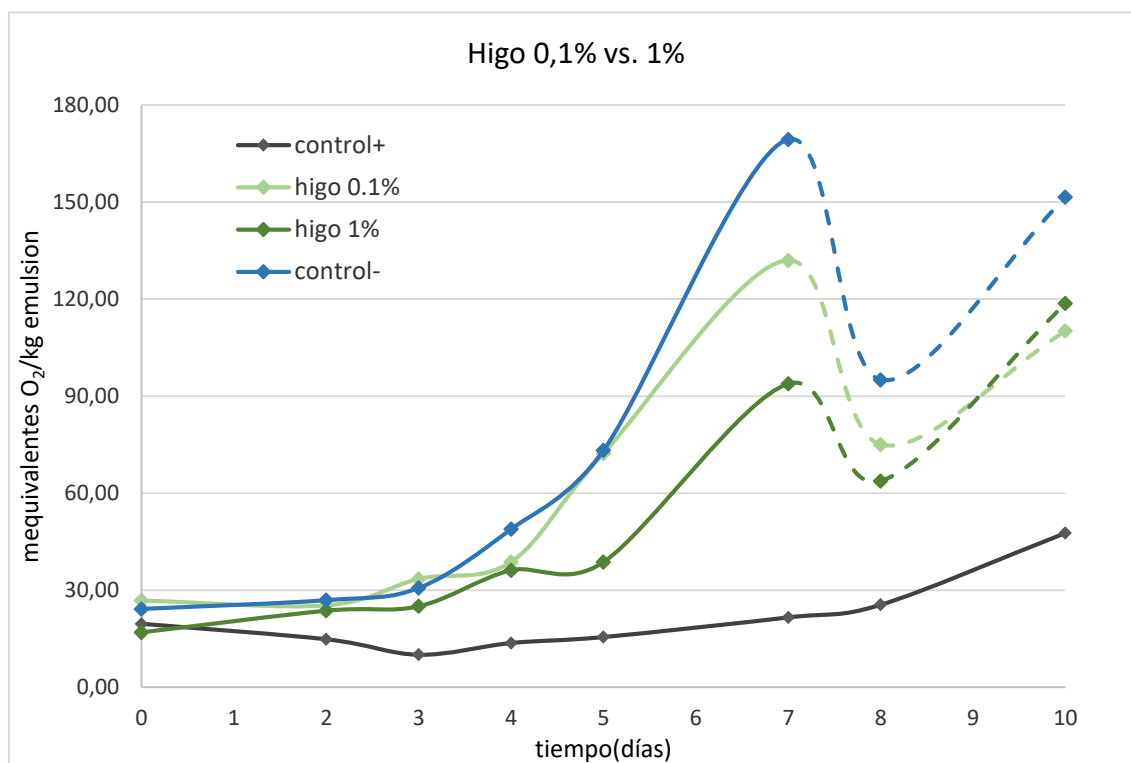


Gráfico 7: mequivalentes O<sub>2</sub>/kg a lo largo del tiempo para el higo 0,1% y 1%

La línea discontinua indica valores tomados después de la rotura de la emulsión, por lo que los datos no se han de tener en cuenta. A partir del séptimo día el control negativo y las muestras con higo se rompen (Gráfico 8). En el caso del control positivo no se oxida prácticamente nada a lo largo del tiempo. Si se comparan las diferentes concentraciones de higo, se puede observar que a concentraciones más altas su oxidación es menor, tal y como cupé esperar, pero no es más estable a lo largo del tiempo. Para ambas concentraciones, la capacidad antioxidante es similar hasta llegar al quinto día donde los mequivalentes de O<sub>2</sub> por kg de emulsión (del higo 0,1%(v/v)) aumentan considerablemente. Para la incorporación en cremas faciales donde la vida útil debe superar como mínimo un año, se puede concluir que el extracto liofilizado de higo no posee las características adecuadas que permitan su utilización en este tipo de cremas-emulsiones.

### 5.4.2. Comparación residuos de vino 0,1% vs 1%

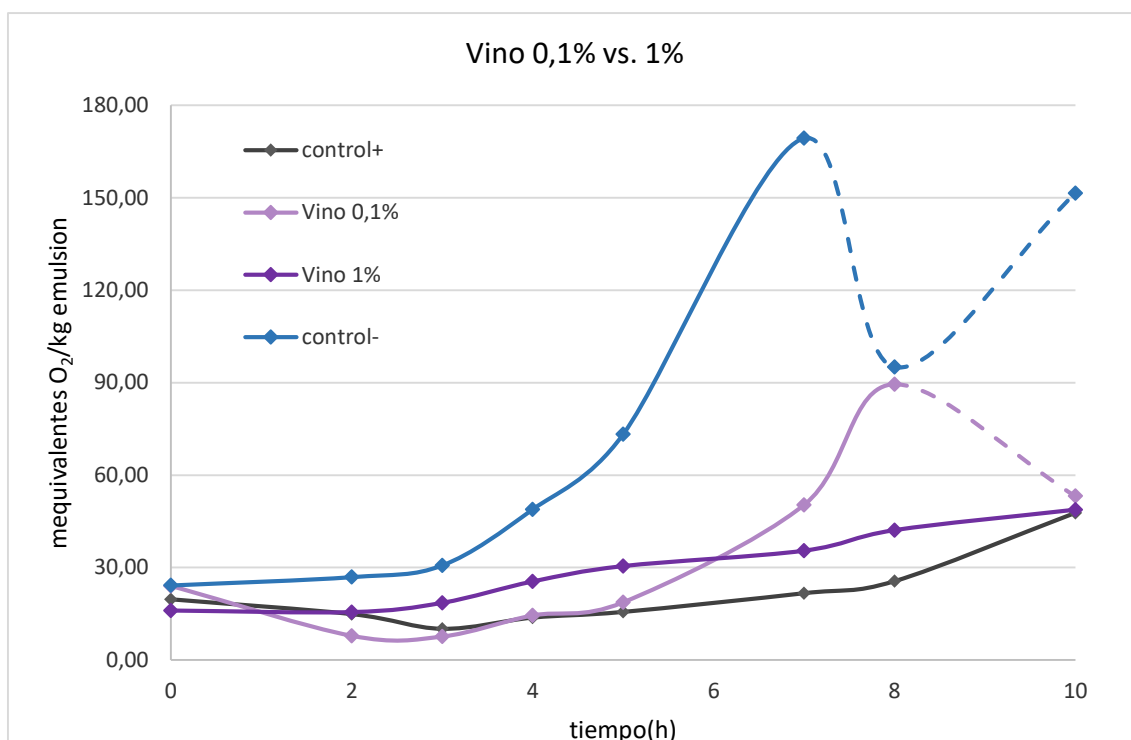


Gráfico 8: mequivalentes O<sub>2</sub>/kg a lo largo del tiempo para el r. vino 0,1% y 1%

Para el caso de las muestras con residuo de vino a diferentes concentraciones se puede observar que para un período de tiempo corto, las emulsiones con residuo de vino al 0,1% (v/v) presentan una capacidad antioxidante mayor. A medida que transcurre el ensayo, las emulsiones pierden estabilidad y se rompen. Para las muestras con mayor concentración de residuo de vino, al 1% las emulsiones permanecen estables a lo largo de todo el ensayo. Además presentan una capacidad antioxidante elevada.

### 5.4.3. Comparación del citrato de plata a diferentes concentraciones

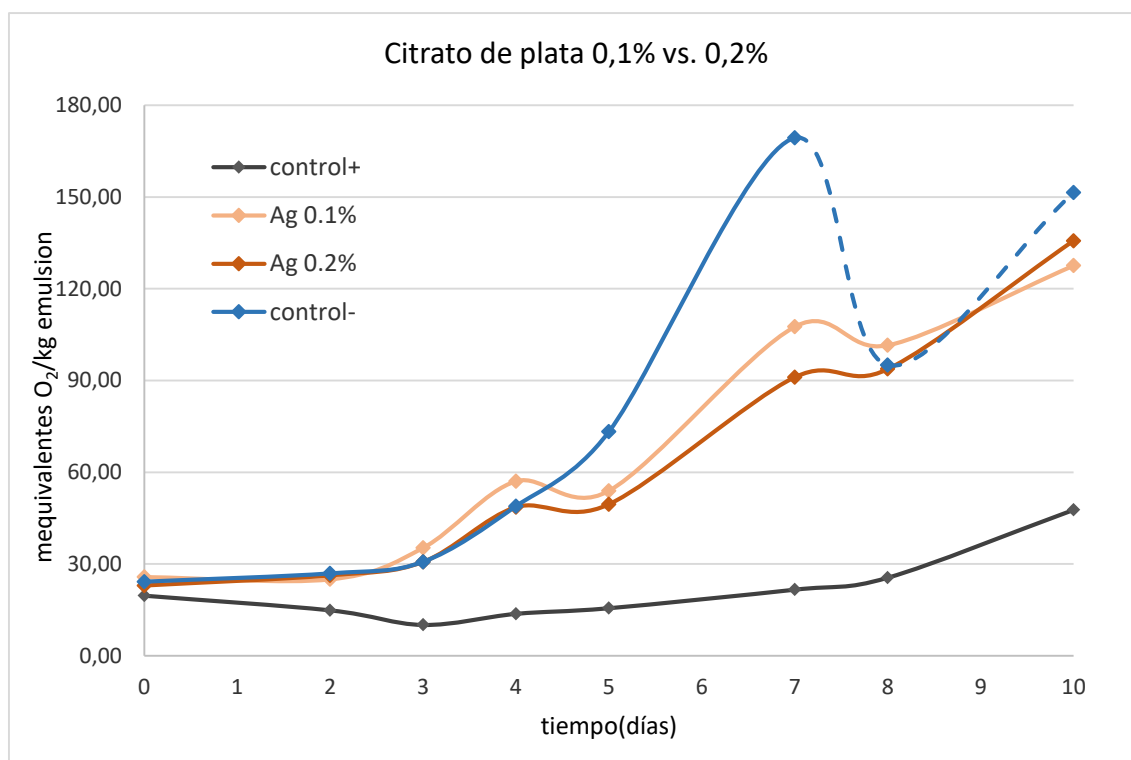


Gráfico 9: mequivalentes O<sub>2</sub>/kg a lo largo del tiempo para el citrato de plata 0,1% y 0,2%

Para las muestras con citrato de plata, la estructura de las emulsiones se mantiene estable a lo largo de todo el proceso, pero tienden a enranciarse (oxidarse) con facilidad, con velocidades semejantes a las del control. Aunque los ácidos grasos reaccionen con facilidad con el oxígeno, la función del citrato de plata debe ser proteger las emulsiones de los microorganismos que pueden proliferar en su interior. Se decide que en los próximos ensayos la concentración para todas las muestras con citrato de plata sea al 0,2% (v/v), al no observar diferencias de comportamiento entre ambas concentraciones, no haberse roto las emulsiones y de esta manera asegurar que no podrían proliferar los microorganismos.

A continuación, se comparan las posibles combinaciones con los ingredientes activos para ver cómo interactúan entre ellos y si puede ser favorable para la durabilidad y capacidad antioxidante en las emulsiones.

#### 5.4.4. Comparación higo con citrato de plata

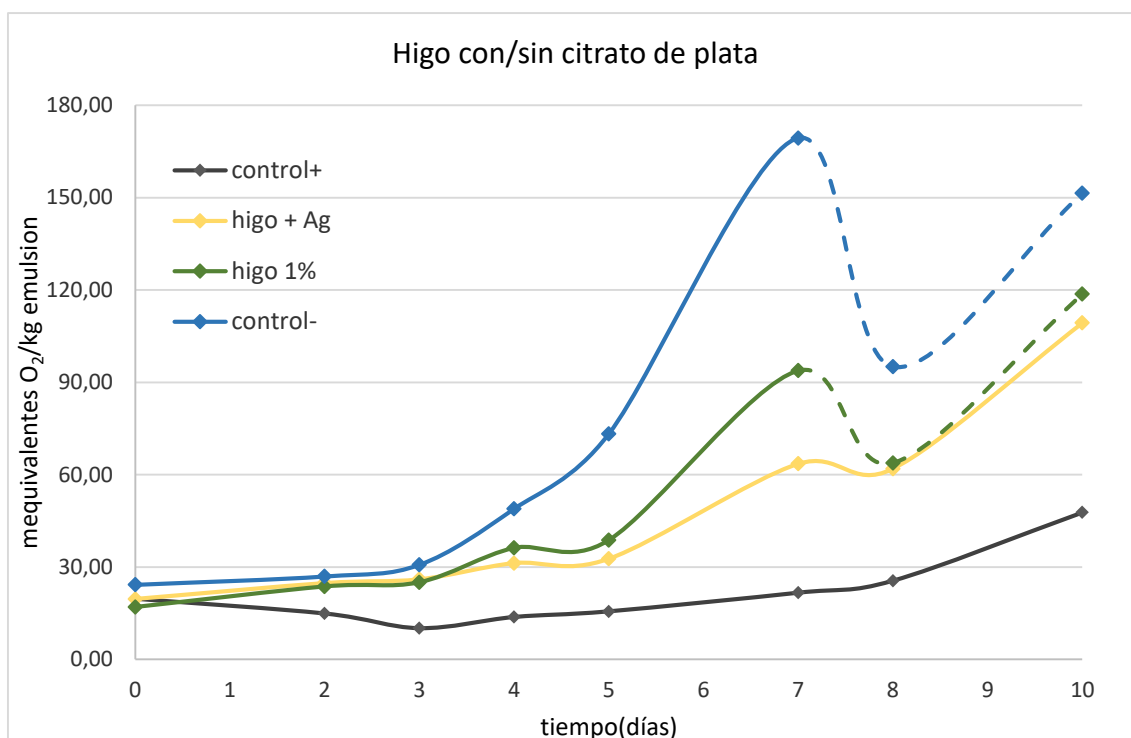


Gráfico 10: mequivalentes O<sub>2</sub>/kg a lo largo del tiempo para el higo con o sin citrato Ag

En el Gráfico 10 se compara el extracto liofilizado de higo con el citrato de plata. El extracto liofilizado de higo junto con el citrato de plata es una buena combinación ya que el higo impide la oxidación incluso en presencia del citrato de plata que podría decirse por lo obtenido en el apartado anterior que tiene un efecto prooxidante. La emulsión permanece estable en el tiempo del estudio. Por tanto es un resultado que podría ser usado con posterioridad, si bien, al cabo de 10 días de incubación se observa un aumento de la oxidación, lo que disminuiría mucho la fecha de caducidad.

### 5.4.5. Comparación residuo de vino con citrato de plata

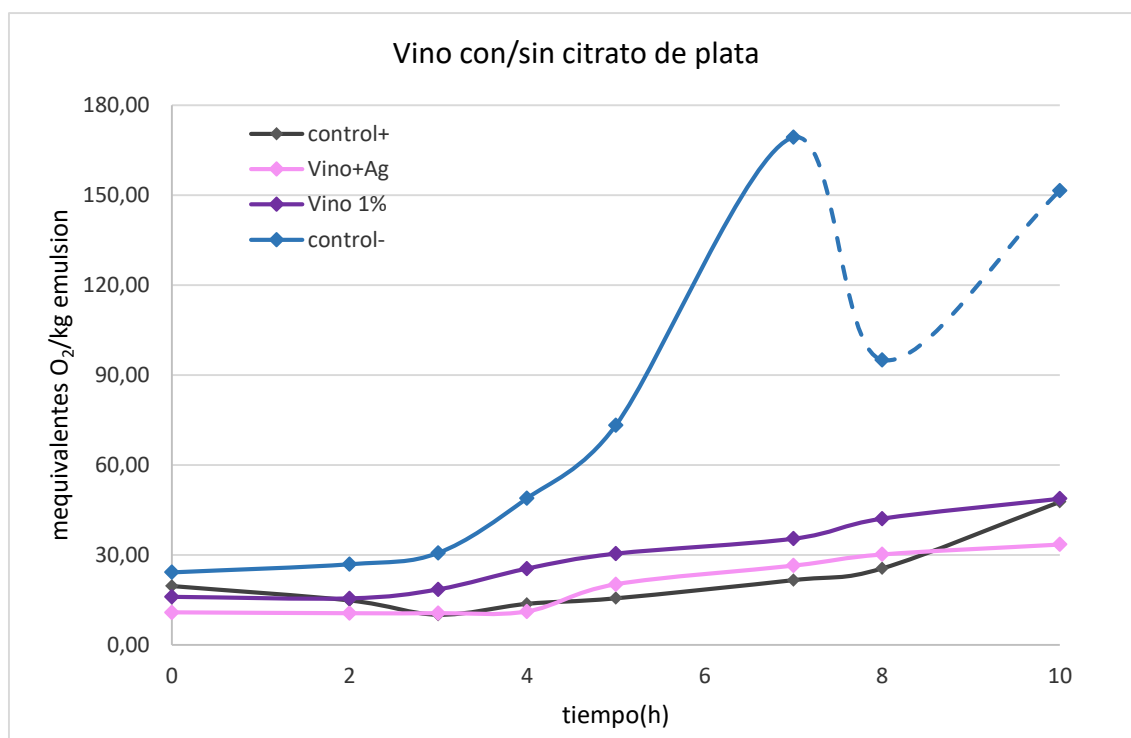


Gráfico 11: mequivalentes O<sub>2</sub>/kg a lo largo del tiempo para el r. vino con o sin citrato Ag

El residuo de vino presenta realmente un gran poder antioxidante, tal y como cabía esperar por resultados previos. Los valores obtenidos en la oxidación son inferiores a los obtenidos para las muestras que incorporan extracto de higo. No existen diferencias entre las muestras con citrato de plata y aquellas que no lo incorporan, lo que indica que el poder antioxidante del residuo de vino es capaz de contrarrestar el posible efecto prooxidante del citrato de plata. A mayor concentración existe una cierta capacidad antioxidante superior, si bien las diferencias observadas están dentro del rango de error que puede utilizar el propio método.

Para la combinación de higo con residuo de vino con o sin citrato de plata la estabilidad de la emulsión se ve reducida a un periodo de menos de 48 horas por lo que no se contempla la posibilidad de desarrollar emulsiones con la combinación de higo y vino.

Tras la elaboración de las primeras emulsiones se puede concluir que para emulsiones de aceite de girasol al 30% (v/v) y Tween-20® al 1%(v/v) la opción óptima dentro del rango definido es la combinación de residuo de vino al 1% (v/v) con citrato de plata al 0,2% (v/v).

### 5.4.6. Estudio de la estabilidad y el tamaño de gota

El último día del primer ensayo se decide realizar un estudio del tamaño de gota en un microscópico electrónico para observar la estabilidad de cada una de las muestras con más detalle, observar y

evaluar la microestructura de las emulsiones según los componentes añadidos y observar su evolución en el tiempo.

Para realizar este análisis se debe en primer lugar conocer el estado de la estabilidad de las muestras en el último día del ensayo. Para ello se realiza una tabla donde queda expuesto detalladamente la estabilidad de las emulsiones en el último día de ensayo y la superficie máxima ocupada por las gotas ( $S_0$ ) en el instante inicial y a  $t=5\text{min}$ .

Muestra	Estado emulsiones	% S ocupada por gotas	
		t=0 min	t=5 min
C <sup>+</sup>	Estable	2,81%	2,81%
R. vino + higo	Rota	19,02%	20,09%
Higo + Citrato de plata	Rota	4,82%	8,84%
R. vino + Citrato de plata	Estable	18,43%	17,65%
Higo+ R. vino + Citrato Ag	Rota	29,85%	46,29%
Higo 0,1%	Rota	5,09%	10,45%
Higo 1%	Rota	6,16%	12,59%
R. vino 0,1%	Rota	53,30%	97,22%
R. vino 1%	Estable	19,82%	17,94%
Citrato de plata 0,1%	Estable	5,36%	6,70%
Citrato de plata 0,2%	Estable	10,71%	13,12%
C <sup>-</sup>	Rota	18,75%	23,03%

Tabla 31: Superficie máxima ocupada por muestra a tiempo inicial y tiempo  $t=5\text{min}$

Teóricamente debería existir una correlación entre el estado de la emulsión y el tamaño de la gota, debido a que la rotura puede comenzar por el fenómeno de coalescencia. Sin embargo, de los datos obtenidos no se puede llegar a esta conclusión (Tabla 31). Una posible explicación es que la estabilidad de las emulsiones no depende solamente del tamaño de gota, sino que están implicados otros factores, como la concentración total de sólidos disueltos, la luz, la agitación, la homogeneidad,... Se ha intentado que todos ellos fueran iguales (excepto la composición).

## 5.5. Segunda elaboración de emulsiones

Para la realización de las segundas emulsiones se modifican los aceites y su porcentaje, es decir, en el segundo ensayo se tienen tres aceites diferentes: de girasol, almendras, coco y la combinación a proporciones equivalentes de almendras y coco en diferentes porcentajes totales: al 30% y al 10%. Para todas las emulsiones se realizan triplicados y como en las primeras emulsiones se realizan controles positivos y negativos para cada aceite y cada porcentaje de él. En todas las muestras se añaden residuo de vino al 1% (v/v) y citrato de plata 0,2% (v/v). El Tween-20<sup>®</sup> se mantiene al 1% en peso.

Las muestras se mantienen protegidas de la luz, en agitación y temperatura de 32°C.

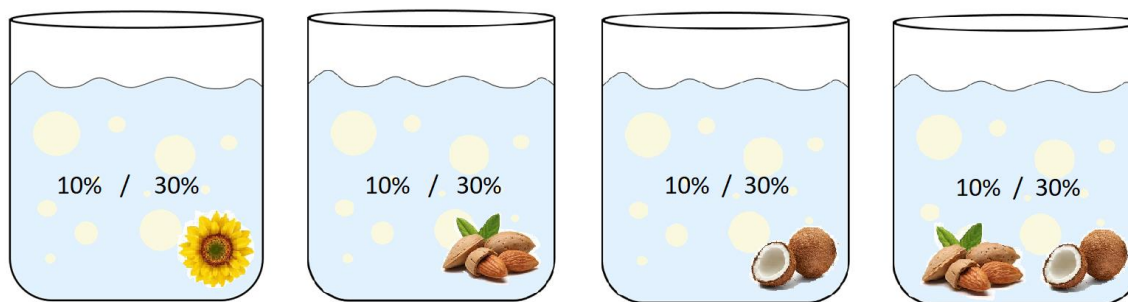


Ilustración 15: Esquema de la segunda elaboración de emulsiones

En la realización de los cálculos se produjo un error y se añadió un 1% en concentración de residuo de vino, que al estar disuelta 1g en 2ml de etanol 50%, el volumen añadido fue el doble del valor correcto. Este error condujo a una estabilidad baja de la emulsión y la consiguiente ruptura en un plazo de 24h en la mayoría de las emulsiones.

Observados los resultados se puede concluir que:

- Las emulsiones del 30% (v/v) de aceite de girasol se mantienen en perfectas condiciones tras 24h, estas incluyen los controles, tanto positivo como negativo, y las muestras con residuo de vino.
- Las emulsiones realizadas con el mismo aceite pero a menor concentración de éste, es decir, con aceite de girasol al 10% (v/v), presentan una separación total, con una ruptura de emulsión según el proceso de coalescencia, en que se produce la separación del agua con el resto de componentes. Las emulsiones que son controles, presentan una mayor estabilidad aunque se puede observar una pequeña separación de fases al fondo.

En los controles de las emulsiones de almendra del 30%(v/v) en aceite, no se observa rotura y permanecen en perfectas condiciones y sin indicios de inestabilidad que puede desencadenar algún desequilibrio en la emulsión; pero las muestras que contienen residuo de vino presentan algunas floculaciones en la superficie que indican el inicio de una ruptura por separación del extracto añadido. Para las emulsiones al 10%, todas ellas presentan una división de fases apreciable.



Imagen 20: Emulsión con aceite de almendras 30% (C<sup>+</sup>)



Imagen 21: Emulsión con aceite de almendras 10% (C<sup>+</sup>)

Las emulsiones con aceite de coco presentaban un problema *a priori* y es la solidificación del aceite mientras se elaboraban las emulsiones debido a su necesidad de estar en contacto con hielo en todo el proceso. Tras realizar varios ensayos de cómo evitar la solidificación del aceite, se pudieron hacer las emulsiones. Tanto para las emulsiones del 30% (v/v) como del 10% (v/v), al pasar unos minutos desde la formación de las emulsiones (C<sup>+</sup>, C<sup>-</sup> y muestras) se empiezan a solidificar, formando una capa superficial de grasa constituida principalmente por el aceite de coco. Se descarta la realización de emulsiones con alto contenido en coco.

Posteriormente, se decide realizar una combinación de aceites: de almendra y coco, en proporciones equivalentes tanto para emulsiones al 30% como al 10% final de aceite. Los resultados muestran que, aunque se ha reducido a la mitad en contenido de aceite de coco, la cantidad sigue siendo elevada para poder mantener la estabilidad en la emulsión. En ambos casos, se forman gotas de aceite en la superficie que indican una inestabilidad de las emulsiones. Por otro lado, el coco aporta una textura suave, con aroma agradable y con mayor cuerpo que el resto de aceites gracias a su alto contenido en grasas.



Imagen 22: Emulsión con aceite de coco 30%

Tras este análisis se decide realizar nuevas emulsiones combinando el aceite de coco con otros aceites pero con un porcentaje de aceite de coco menor para evitar la formación de gotas de grasa.

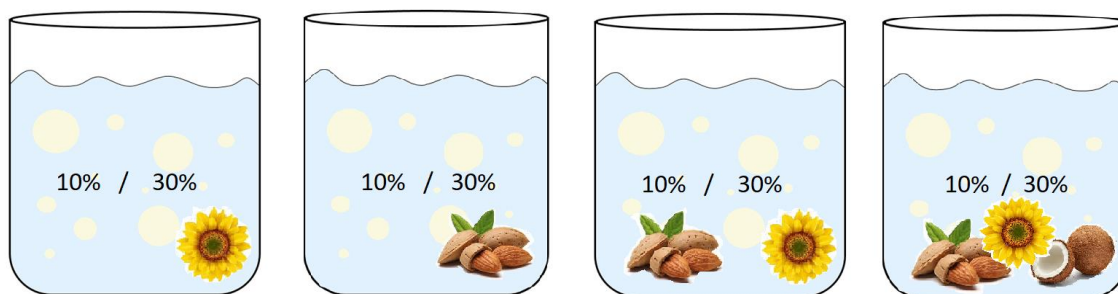
## 5.6. Tercera elaboración de emulsiones

El tercer ensayo de emulsiones, se corrige el error cometido anteriormente y se añade para todas las muestras, residuo de vino al 1%(v/v) y citrato de plata al 0,2%(v/v). Para el C<sup>+</sup> igual que en los ensayos anteriores se añade ácido gálico al 1%(v/v) y 0,2%(v/v) de etanol 50%(v/v) y para el C<sup>-</sup> etanol del 50%(v/v) en una cantidad del 1,2% en volumen de la emulsión.

El tipo de aceites se mantiene respecto al ensayo anterior, pero con porcentajes diferentes. Se realizan cuatro emulsiones: en primer lugar, emulsiones con aceite de girasol exclusivamente, al 10%(masa/masa) y al 30%(masa/masa), las mismas emulsiones se realizan con aceite de almendras,

y finalmente dos combinaciones de aceites. Por una parte, se realizan emulsiones con aceite de girasol y almendras en proporciones equivalentes, para emulsiones al 10% (masa/masa) y al 30% (masa/masa) y, por otro lado, se realiza una combinación de los tres aceites con un 45% (masa/masa) de aceite de girasol y almendras y un 10% (masa/masa) de aceite de coco.

Las muestras se mantienen protegidas de la luz solar, en agitación y temperatura de 32°C.



*Ilustración 16: Esquema de la tercera elaboración de emulsiones*

En el tercer ensayo de emulsiones se incorpora el factor del pH para analizar si existe una relación con los mequivalentes de  $O_2$ /kg emulsión.

### 5.6.1. Emulsiones con aceite de girasol

El primer caso a estudiar, es el valor de mequivalentes de  $O_2$  por kilogramo de emulsión para las emulsiones con un 30% (masa/masa) de aceite de girasol. Este ensayo se ha realizado con anterioridad (en la primera elaboración de emulsiones) pero se repite para poder validar que los resultados anteriores son similares y por lo tanto, reproducibles.

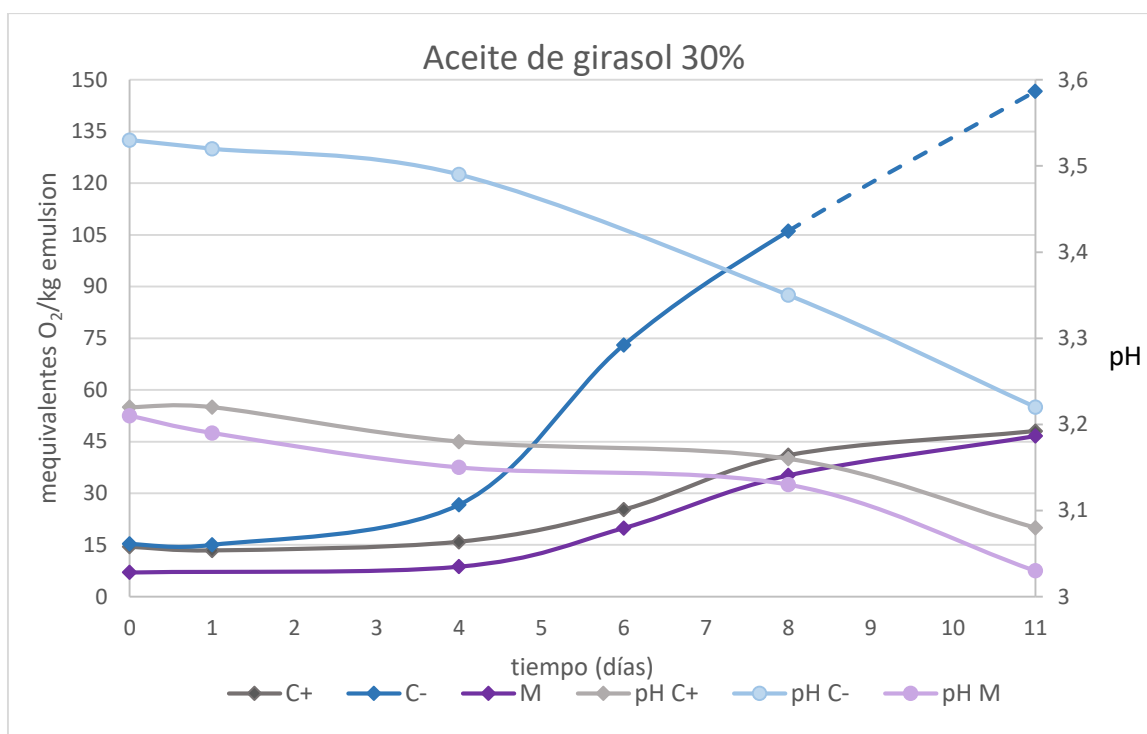


Gráfico 12: mequivalentes  $O_2/kg$  para el aceite de girasol al 30% (masa/masa)

En el Gráfico 12 se representa el valor de peróxido (mequivalentes de  $O_2$  por kg de emulsión) y el pH frente al tiempo. En el día 8 se produce la ruptura del control negativo (C-), hecho que sucede también en el primer ensayo con emulsiones. El valor para la muestra con vino al 1% (v/v) se mantiene estable y con unos valores favorables para obtener una capacidad antienviejamiento elevado. Se observa también el efecto espejo que se obtiene de graficar conjuntamente los mequivalentes de  $O_2/kg$  de emulsión frente el pH.

Los valores obtenidos comparados con los anteriores son similares, por lo que se deduce que son ensayos con reproducibilidad.

### 5.6.2. Aceite de almendras al 30%

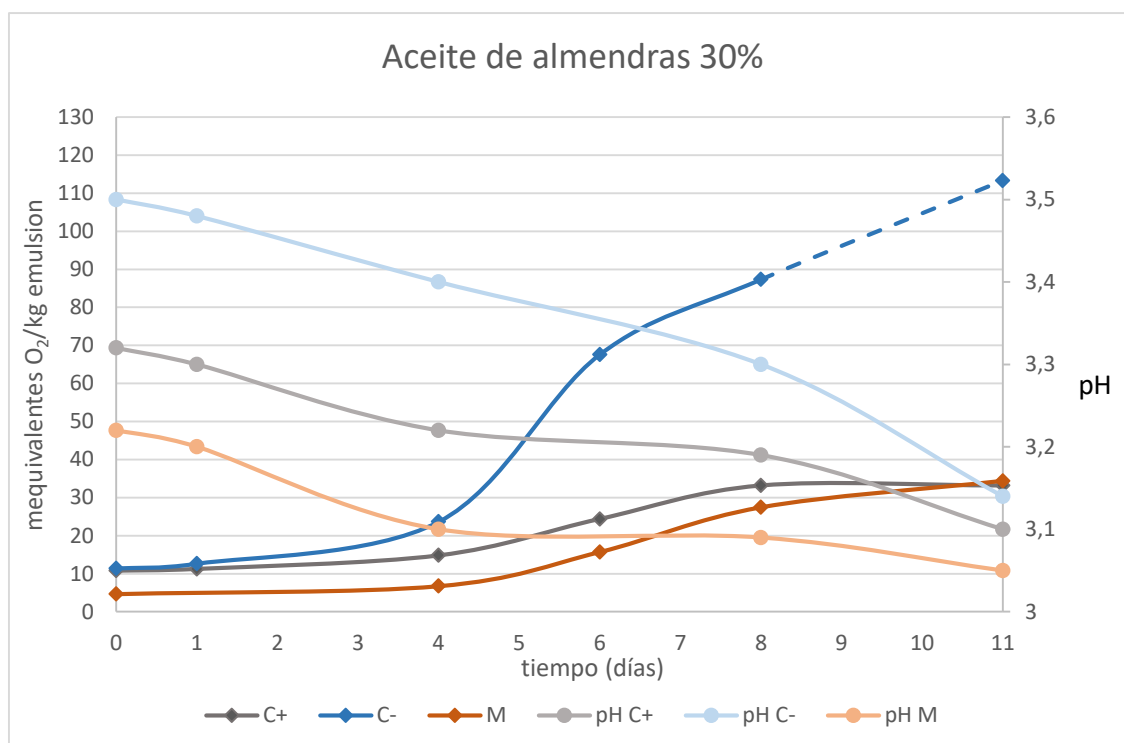


Gráfico 13: mequivalentes  $O_2$ /kg para el aceite de almendra al 30% (masa/masa)

El Gráfico 13 representa la evolución del valor de mequivalentes de  $O_2$  por kg de emulsión y el pH a lo largo del tiempo. El valor para la muestra con residuo de vino al 1% (v/v) se mantiene estable y con unos valores de baja oxidación, lo que la hace adecuada para obtener una crema con capacidad antiedad importante. El pH de las muestras va disminuyendo a medida que avanza el estudio mientras que el valor de mequivalentes de  $O_2$ /kg emulsión aumenta con el tiempo. Además, el perfil de tendencia de ambos factores está invertido entre los valores de una misma muestra.

### 5.6.3. Aceite de girasol al 30% vs 10%

Se realiza una comparación entre los valores obtenidos de mequivalentes de  $O_2$ /kg emulsión a lo largo de los días para las muestras realizadas con aceite de girasol al 30% (masa/masa) y el 10% (masa/masa) y contienen residuo de vino al 1% (v/v).

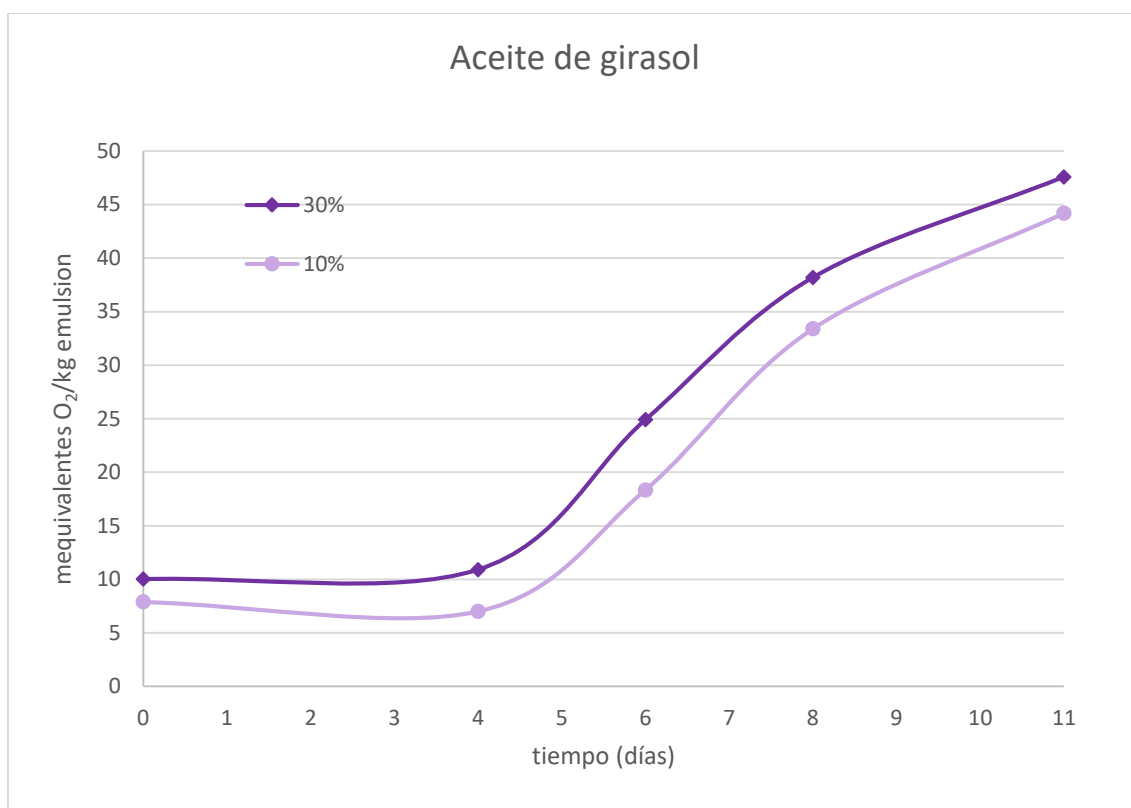


Gráfico 14: Comparación mequivalentes de O<sub>2</sub>/kg emulsión para el aceite de girasol al 30% y al 10%

Como se puede observar, los valores de mequivalentes de O<sub>2</sub>/kg de emulsión empiezan con valores muy similares y a medida que avanza el estudio, las emulsiones con una cantidad menor en aceite, 10% (masa/masa) presentan unos valores ligeramente inferiores respecto a las emulsiones con un 30% (masa/masa). Es de esperar que este perfil se mantenga a lo largo del estudio para el resto de aceites ya que la estabilidad de las emulsiones suele mejorar con la disminución de la cantidad de aceite añadido. Se puede concluir que, para el aceite de girasol, la capacidad antioxidante del extracto de vino es ligeramente superior para las emulsiones con un 10%, respecto al 30%.

#### 5.6.4. Aceite de almendra al 30% vs al 10%

Se realiza la comparación del aceite de almendras con diferentes porcentajes de aceite.

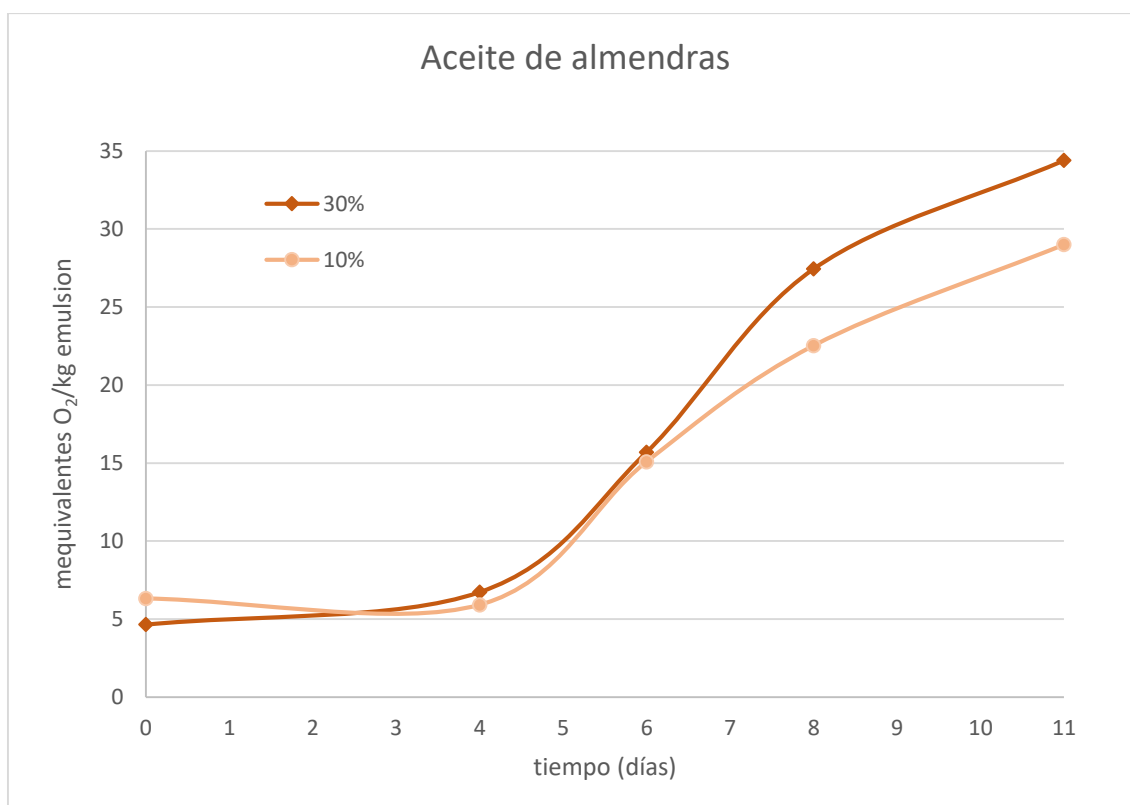


Gráfico 15: Comparación mequivalentes de O<sub>2</sub>/kg emulsión para el aceite de almendras al 30% y al 10%

Para el caso del aceite de almendras, parece que al inicio del ensayo la capacidad antioxidante se ve favorecida en las emulsiones con un 30% (masa/masa) de aceite, pero a partir del sexto día el valor de mequivalentes de O<sub>2</sub>/kg de emulsión aumenta considerablemente. Es de esperar que a medida que avance el tiempo, los valores difieran cada vez más y que, por lo tanto, el uso de aceite de almendras al 10% se oxide menos que el de 30% aunque con la duración de este estudio no se puede observar claramente esta tendencia.

Se realiza el mismo estudio, comparando las muestras con la combinación de aceite de girasol y aceite de almendras al 30% y al 10%. Los resultados obtenidos son muy parecidos, con unos valores de mequivalentes de O<sub>2</sub>/kg emulsión ligeramente inferiores para las emulsiones al 10% (masa/masa) de aceite pero sin ninguna diferencia importante. Para las emulsiones tipo “mix” se observa la misma tendencia.

### 5.6.5. Aceites al 30% (masa/masa)

A continuación, se realiza una comparación entre los valores de mequivalentes de O<sub>2</sub>/kg emulsión obtenidos para el aceite de girasol, el aceite de almendras, mezcla realizada de aceite de girasol y almendras (con proporciones equivalentes) y emulsiones “mix” (con un 45% en aceite de girasol, un 45% en aceite de almendras y un 10% de aceite de coco) para emulsiones con un 30% (masa/masa) en aceite.

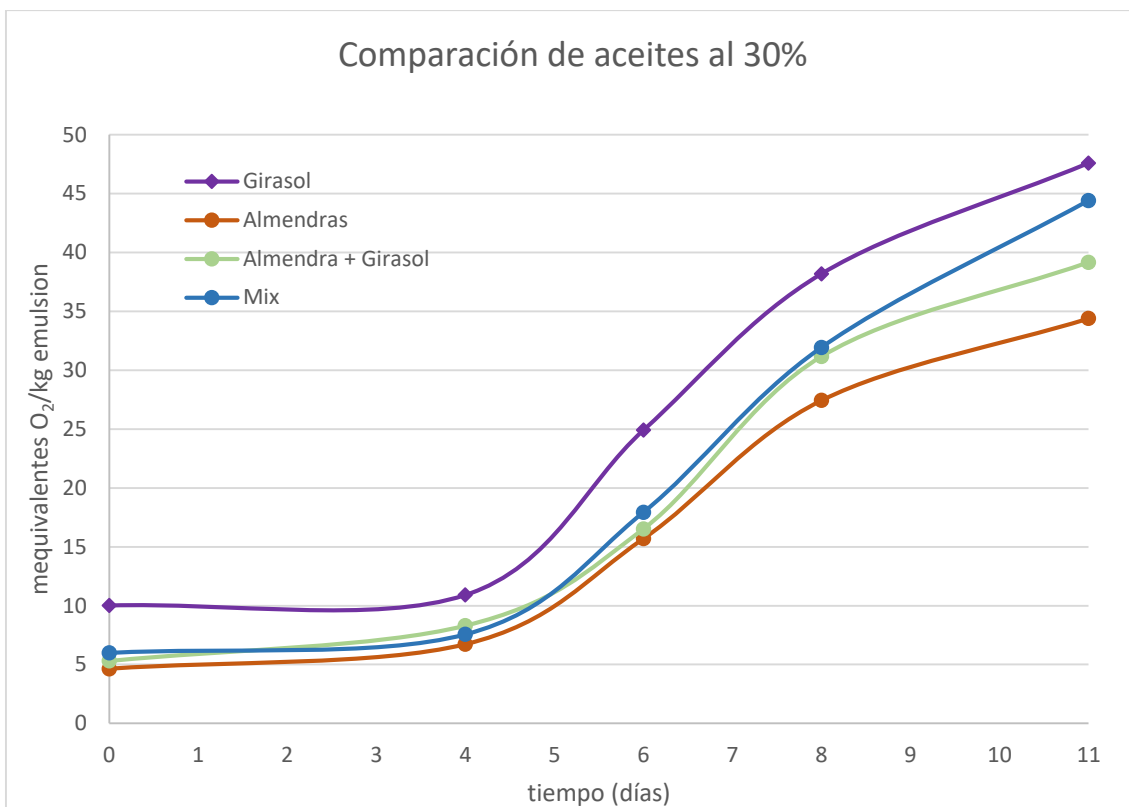


Gráfico 16: Comparación mequivalentes de O<sub>2</sub>/kg emulsión para diferentes aceites al 30%

El Gráfico 16 muestra que para emulsiones con un 30% (masa/masa) de aceite, la combinación del aceite de almendras con el de girasol resulta favorable comparado con las emulsiones que contienen exclusivamente aceite de girasol. Por otro lado, el aceite de almendras solo presenta una capacidad antioxidante mayor que el resto de aceites. En cuanto a las emulsiones con o sin aceite de coco, es decir, al comparar los resultados de la combinación de aceite de girasol con aceite de almendras y el “mix”, se obtienen valores muy similares por lo que se concluye que la incorporación de un 10% de coco en emulsiones al 30% de aceite no afecta significativamente los resultados de oxidación. No obstante esta pequeña incorporación favorece una textura agradable de la emulsión

Se puede concluir que para emulsiones al 30%, la oxidación sigue una misma tendencia, siendo ligeramente superior la oxidación en las muestras con aceite de girasol.

### 5.6.6. Aceites al 10% (masa/masa)

Se repite el procedimiento anterior para las emulsiones al 10% (masa/masa)

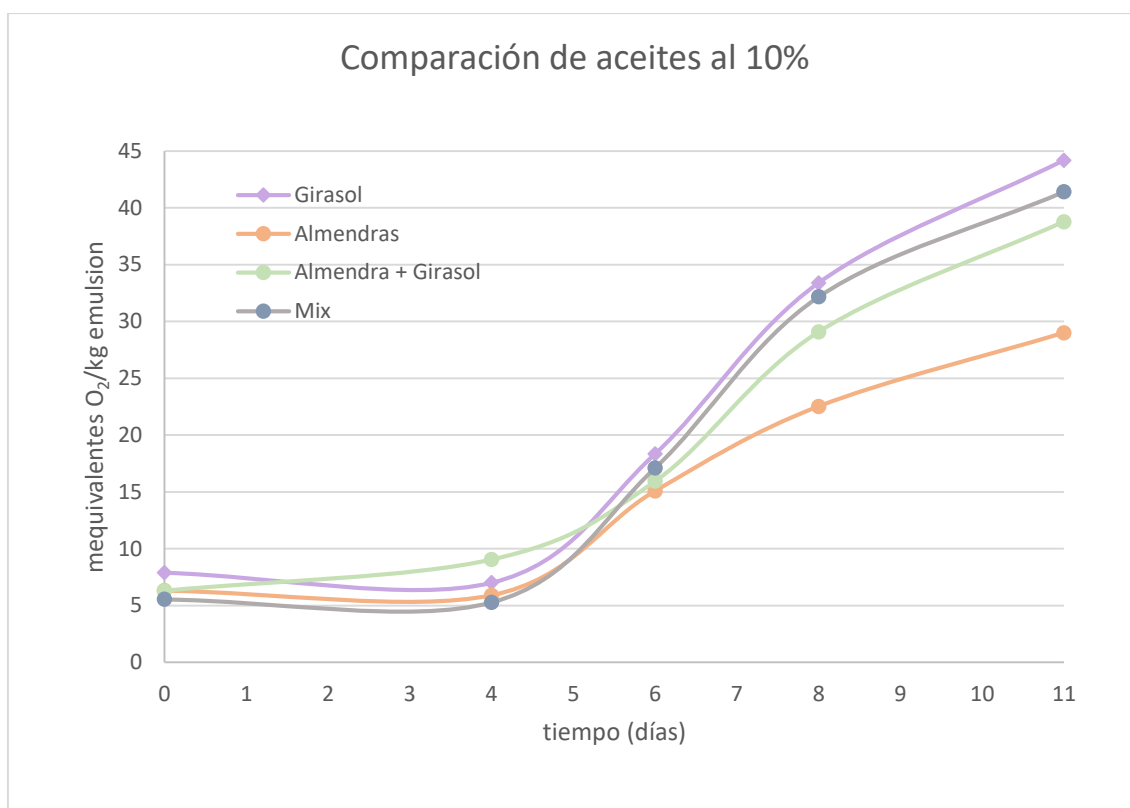


Gráfico 17: Comparación mequivalentes de  $O_2$ /kg emulsión para diferentes aceites al 10%

En el caso de las emulsiones con un 10%(masa/masa) de aceite, los resultados muestran que, para las muestras de aceite de girasol, combinación de aceite de almendra y girasol y el "mix", que contiene un 45% de aceite de girasol, un 45% de aceite de almendras y un 10% de aceite de coco, los valores de mequivalentes  $O_2$ /kg emulsión son prácticamente iguales. Los valores para el aceite de almendras son los únicos que difieren del resto, siendo las muestras con menor oxidación. Se concluye que para emulsiones con un 10% en aceite, el aceite de almendras presenta una menor tendencia a oxidarse, respecto el resto de muestras analizadas en el estudio.

Todas las muestras que contienen residuo de vino al 1% (v/v) y citrato de plata al 0,2%(v/v) son estables a lo largo del tercer ensayo con emulsiones. En el día 12 del ensayo se observa un incremento no buscado de la temperatura hasta los 62°C, provocando la ruptura de todas las emulsiones. Este hecho facilita el estudio, ya que se habría llegado al mismo resultado a lo largo del tiempo.

## 5.7. Cuarta elaboración de emulsiones

Al observar la ruptura de las emulsiones se decide realizar un último estudio en el que la temperatura sea superior, de 50°C. Se decide realizar el estudio para muestras con un 30% (masa/masa) de aceite de girasol y una concentración de Tween-20® al 2% (masa/masa). Para saber cuál de los componentes añadidos desencadena la estabilidad a altas temperaturas se

realizan muestras con citrato de plata 0,2% (v/v) y diferentes concentraciones de residuo de vino: 0,5%, 0,1% y 0,02%, todas ellas en volumen. Se extraen conclusiones a partir de los valores obtenidos mediante el valor de peróxidos y el TBARS.

### 5.7.1. Valor de peróxidos (VP)

Se determina el valor de peróxidos de cada muestra hasta que se produce la ruptura de las emulsiones.

Muestra	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
C <sup>+</sup>	7,874	33,395	96,495	126,939
Citrato de plata 0,2% (v/v)	10,355	54,972	79,439	131,287
Residuo de vino 0,5% (v/v)	14,254	-	-	-
Residuo de vino 0,1% (v/v)	18,255	61,103	92,456	-
Residuo de vino 0,02% (v/v)	22,026	54,412	96,975	117,436

Tabla 32: Valores medios de mequivalentes O<sub>2</sub>/kg emulsión

En el día 10 todas las emulsiones estaban rotas. Observando los resultados obtenidos se concluye que a mayor concentración de residuo de vino presente en las emulsiones menor es la estabilidad del sistema. Además, las muestras con citrato de plata mantienen la estabilidad a lo largo del estudio.

### 5.7.2. TBARS

El ensayo TBARS se realiza al inicio del experimento (día 1) y en el día 6.

Muestra	Día 1	Día 6	% incremento absorbancia
C <sup>+</sup>	0,178	0,221	19,45%
Citrato de plata 0,2% (v/v)	0,195	0,265	26,41%
Residuo de vino 0,5% (v/v)	0,140	-	-
Residuo de vino 0,1% (v/v)	0,175	-	-
Residuo de vino 0,02% (v/v)	0,155	0,325	52,23%

Tabla 33: Valores de las absorbancias con el ensayo TBARS

Los resultados muestras que, aunque las muestras con residuo de vino al 0,02% (v/v) mantengan la estabilidad a altas temperaturas, la capacidad antioxidante es muy baja.

## 6. Análisis del impacto ambiental

### 6.1. Gestión de residuos

Los productos químicos tienen un impacto importante en el medio ambiente, participando en el desarrollo de diversos fenómenos como el cambio climático, la destrucción de la flora y la fauna y la contaminación del agua potable.

En el presente proyecto se han utilizado diferentes reactivos perjudiciales para el medio ambiente. Así pues, resulta imprescindible conocer e identificar los residuos que éstos generan, teniendo en cuenta sus propiedades fisicoquímicas, las posibles reacciones de incompatibilidad en caso de mezcla y su tratamiento final.

A continuación, se exponen los siguientes grupos de clasificación de residuos peligrosos:

- (e) Grupo I - Disolventes halogenados: son líquidos orgánicos, muy tóxicos, irritantes y, en algún caso, cancerígenos, con unos contenidos superiores al 2% de algún halógeno. También se incluyen las mezclas de disolventes halogenados y no halogenados, siempre que el contenido de los primeros en la mezcla sea superior al 2%. Se pueden destacar el diclorometano, triclorometano, tetracloruro de carbono, etc.
  
- (f) Grupo II - Disolventes no halogenados: son líquidos orgánicos inflamables y tóxicos que contienen menos de un 2% en halógenos. Es imprescindible evitar las mezclas de disolventes inmiscibles ya que la aparición de fases diferentes dificulta el tratamiento posterior. Se pueden destacar alcoholes, aldehídos, amidas, aminas, cetonas, ésteres, glicoles, hidrocarburos, alifáticos, nitrilos, etc.
  
- (g) Grupo III - Disoluciones acuosas: son soluciones acuosas de productos orgánicos e inorgánicos. Al tratarse de un grupo muy amplio, es necesario establecer subdivisiones para evitar reacciones de incompatibilidad:
  - Disoluciones acuosas inorgánicas
  - Disoluciones acuosas básicas
  - Soluciones acuosas de metales pesados
  - Soluciones acuosas de cromo hexavalente
  - Disoluciones acuosas inorgánicas o de alta demanda química de oxígeno
  - Disoluciones acuosas de colorantes
  - Disoluciones de fijadores orgánicos
  - Mezclas de agua / disolvente

- Grupo IV - Ácidos: son todos los ácidos inorgánicos y sus soluciones acuosas concentradas con más del 10% de volumen. Hay que tener en cuenta que la mezcla de algunos de estos ácidos, en función de su composición y concentración, pueden producir alguna reacción química peligrosa con desprendimiento de gases tóxicos e incremento de la temperatura.
- Grupo V - Aceites: son aceites minerales derivados de operaciones de mantenimiento.
- Grupo VI - Sólidos: son productos sólidos de naturaleza orgánica e inorgánica. Este grupo también incluye el material desechable contaminado con productos químicos.
- Grupo VII - Productos especiales: son productos químicos sólidos o líquidos que no pueden ser incluidos en ninguno de los otros grupos debido a su elevada toxicidad. También pertenecen a este grupo los reactivos puros obsoletos o caducados. Queda totalmente prohibido mezclar estos productos especiales entre sí o con otros residuos de los otros grupos. Siempre que sea posible, estos residuos se deberán mantener en su envase original si las cantidades son inferiores o iguales a un litro.
  - Comburentes → peróxidos
  - Compuestos pirofóricos → magnesio metálico en polvo
  - Compuestos muy reactivos → ácidos fumantes, metales alcalinos, hidruros, compuestos peroxidables, restos de reacción, productos no etiquetados, compuestos con halógenos activos y compuestos polimerizables.
  - Compuestos muy tóxicos → tetraóxido de osmio, mezcla crómica, cianuros, sulfuros, etc.
  - Compuestos no identificados
- Grupo VIII - Vidrio contaminado: material de vidrio contaminado con restos de productos químicos.
- Grupo IX - biopeligrosos: son los productos asimilables a residuos de origen sanitario.
  - Cultivos microbiológicos
  - Reactivos de animales infecciosos, residuos anatómicos, sangre y homoderivados en forma líquida
  - Agujas, hojas de bisturí y material punzante o cortante
  - Pequeño material de vidrio contaminado o roto



- Grupo X - Citostáticos: son productos líquidos y sólidos cancerígenos, mutagénicos o tetratogénicos, al igual que el material de un solo uso combinado con estos u otros productos muy tóxicos.

Para el envasado y separación correspondiente de los residuos utilizados en el laboratorio, se utilizarán diferentes bidones y contenedores de polietileno de alta densidad con tapa, resistentes a la mayoría de los productos químicos. Sin embargo, también pueden utilizarse los envases originales si se encuentran en buen estado.

Las sustancias clasificadas como cancerígenas se recogerán separadamente en envases de polietileno con tapa homologados por productos citostáticos. Los residuos citostáticos líquidos no se almacenan directamente en esta clase de envases, sino que se depositan en un envase que cierre perfectamente y se sitúan dentro del envase de citostáticos.

Todos los envases y contenedores de residuos peligrosos deben estar correctamente etiquetados con el nombre de los residuos que contienen (indicando la composición en caso de mezcla de componentes). Para los residuos de los grupos I al VII, se hace uso de unas etiquetas estipuladas con diferentes colores, los cuales varían en función del grupo al que pertenecen los residuos peligrosos: grupo I (naranja), grupo II (verde), grupo III (azul), grupo IV (rojo), grupo V (marrón), grupo VI (amarillo) y grupo VII (lila).

Además, en las etiquetas aparecen los pictogramas de peligro (Tabla 34) los cuales indican las características de los residuos peligrosos.

	Explosivo	Estos productos pueden explotar en contacto con una llama, chispa, electricidad estática, bajo efecto de calor, choques, fricción, etc.
	Líquidos inflamables	Los productos pueden inflamarse al contacto con una fuente de ignición (llama, chispa, electricidad estática, etc.) por calor o fricción, al contacto con el aire o agua; o si se liberan gases inflamables

	<p>Líquidos comburentes</p>	<p>Pueden provocar o agravar un incendio o una explosión en presencia de productos combustibles. Son productos comburentes</p>
	<p>Corrosión</p>	<p>Estos productos químicos son corrosivos y pueden atacar o destruir tejidos vivos</p>
	<p>Gases comprimidos</p>	<p>Gases a presión en un recipiente. Algunos pueden explotar en contacto con el calor, son gases comprimidos, licuados o disueltos. Los licuados refrigerados pueden producir quemaduras o heridas relacionadas con el frío</p>
	<p>Toxicidad aguda</p>	<p>Producen efectos adversos para la salud incluso en pequeñas dosis. Pueden provocar náuseas, vómitos, dolores de cabeza, pérdida de conocimiento, e incluso, la muerte</p>
	<p>Irritación cutánea</p>	<p>Estos productos producen efectos adversos en dosis altas. También pueden producir irritación en ojos, garganta, nariz y piel. Provocan alergias cutáneas, somnolencia y vértigo</p>
	<p>Peligroso por aspiración</p>	<p>Se puede referir a productos cancerígenos, pudiendo provocar cáncer; productos mutagénicos, que pueden modificar el ADN de las células y pueden provocar daños a la persona expuesta o a su descendencia; productos tóxicos para la</p>


		<p>reproducción; pueden producir efectos nefastos en las funciones sexuales, perjudicar la fertilidad o provocar la muerte del feto o producir malformaciones; productos que pueden modificar el funcionamiento de ciertos órganos, como el hígado, el sistema nervioso, etc.; productos que pueden entrañar graves efectos sobre los pulmones; productos que pueden provocar alergias respiratorias</p>
	<p>Peligroso para el medio ambiente</p>	<p>Estos productos provocan efectos nefastos para los organismos del medio acuático (peces, crustáceos, algas, etc.)</p>

Tabla 34: Pictogramas de seguridad

## Conclusiones

El uso de productos cosméticos se remonta a hace muchos siglos y desde entonces no ha parado de crecer. La industria cosmética es, actualmente uno de los sectores en auge debido al actual *boom* social, donde el aspecto físico es un reflejo de cómo es la vida de aquella persona.

Dentro del sector cosmético español, los productos destinados al cuidado de la piel son la categoría con mayor crecimiento económico, especialmente de aquellos productos con componentes de origen natural, gracias a sus características. Es factible pensar pues, que el lanzamiento al mercado de una marca con diferentes líneas de cremas faciales con componentes naturales como antioxidantes, resultaría simultáneamente (a) bien acogido en el mercado y (b) difícil de competir con algunos productos.

Con el estudio de la viabilidad del desarrollo de *LAVINYÉ*, se puede concluir que tras la búsqueda bibliográfica y el estudio de mercado, la idea de desarrollar productos sin parabenos e incorporando componentes con alta capacidad antioxidante como es el residuo de vino; los aceites de granada, aguacate, sésamo, etc. podrá tener acogida en el mercado actual. La elección de los puntos de venta en los que puedes recibir consejo de profesionales y su localización, principalmente Barcelona, son factores que favorecen la venta de los productos.

Empezar con el desarrollo de una sola línea para pieles maduras permite observar y ver cómo evoluciona la acogida en el mercado, permitiendo ampliar las líneas o, en caso de que las ventas no sean suficientes para mantener la empresa, reducir las pérdidas de la inversión inicial. El mercado destinado a combatir los signos de la edad está muy extendido por lo que es importante la imagen de los productos y el plan de *marketing*. El desarrollo de una línea para pieles jóvenes resulta interesante y en un futuro estudio debería valorarse como primera línea de lanzamiento debido al poco mercado actual y la disponibilidad del sector joven en probar productos nuevos.

Existen un gran número de empresas interesadas y disponibles a realizar el proyecto gracias al uso de productos naturales y la incorporación de un producto innovador: *el mousse*.

El proyecto resulta viable económicamente a largo plazo y para la obtención de beneficios a menor tiempo posible se recomienda seleccionar una empresa situada cerca de los puntos de venta debido a los altos costes de transporte, almacenaje y tiempos de envío.

En cuanto a los análisis realizados en el laboratorio se puede concluir que:

- La piel de los higos posee unas concentraciones mayores de polifenoles que la de la pulpa. De las variedades de higos seleccionados (Albacor, Blanca y Julia), el Albacor es el que presenta mayor capacidad antioxidante.
- Las pruebas con emulsiones incorporando extracto liofilizado de higos no resulta conveniente debido a la inestabilidad del sistema y su baja capacidad antioxidante.
- La incorporación del citrato de plata (como agente antimicrobiano) y su combinación con principios activos, como el extracto liofilizado de higo o el residuo de vino, favorece ligeramente la capacidad antioxidante de la emulsión.
- Las emulsiones sin agente antioxidante y citrato de plata no presentan capacidad antioxidante, pero, sometidas a altas temperaturas mantienen la estructura sin romperse.
- El residuo de vino a altas concentraciones (1%(v/v)) presenta una alta capacidad antioxidante que se ve incrementada con la combinación con el citrato de plata.
- A temperaturas altas, las concentraciones elevadas de residuo de vino desfavorecen la estabilidad de las emulsiones provocando su ruptura.
- Para porcentajes de aceite bajas (10% (v/v)) los diferentes aceites: girasol, almendras y coco, con extracto de vino al 1%(v/v) no presentan una capacidad antioxidante significativamente diferente.
- Para las emulsiones con un 30% (v/v) en aceite, el aceite de almendras es el que menos se oxida.
- Un porcentaje elevado de aceite de coco en las emulsiones provoca una inestabilidad y posterior ruptura en un período inferior a 24h.
- Existe una relación entre los mequivalentes de  $O_2$ /kg emulsión y el pH.

## 7. Análisis económico

### 7.1. Coste material de origen vegetal

Material	Casa comercial	€/L	L utilizados	Importe (€)
Aceite de girasol	Lanisol	0,99	1,1	<b>1,09</b>
Aceite de almendra	Naissance	25,99	0,5	<b>12,99</b>
Aceite de coco	Coconut merchant	31,66	0,3	<b>9,5</b>
<b>TOTAL</b>				<b>23,58</b>

Tabla 35: Importe económico de los aceites

Material	Casa comercial	€/kg	kg utilizados	Importe (€)
Albacor (higo)	Mercado local	4,38	0,3	<b>1,31</b>
Cuello Dama Blanco (higo)	Mercado local	4,38	0,2	<b>0,88</b>
Julia (higo)	Mercado local	4,38	0,2	<b>0,88</b>
<b>TOTAL</b>				<b>3,07</b>

Tabla 36: Importe de los higos

### 7.2. Coste material fungible

Material	Casa comercial	unidades por paquete	Precio (€)	Precio/unidad	Unidades	Importe (€)
Bata laboratorio	Labbox	1	20,0	20,0	1	20,0
Columna	Labbox	1	22,4	22,4	1	22,4
Cubetas - 4 mL	Labbox	100	149,3	1,5	40	59,7
Eppendorf - 1,5 mL	Labbox	500	4,0	0,0	70	0,6
Eppendorf - 2 mL	Labbox	500	4,6	0,0	25	0,2
Frasco ámbar - 150mL	Labbox	60	17,7	0,3	8	2,4
Frasco ámbar - 60mL	Labbox	160	31,3	0,2	6	1,2
Guantes de un soslo uso	Labbox	100	7,1	0,1	50	3,5
Imanes	Labbox	15	3,8	0,3	2	0,5
Kitasato - 250 mL	Labbox	1	6,4	6,4	1	6,4
Máscaras desechable	Labbox	100	2,0	0,0	2	0,0
Matraz aforado - 10mL	Labbox	2	4,8	2,4	1	2,4
Matraz aforado - 25mL	Labbox	2	5,0	2,5	1	2,5
Matraz aforado - 500mL	Labbox	2	7,6	3,8	1	3,8
Matraz aforado - 50mL	Labbox	2	5,5	2,8	1	2,8
Matraz aforado - 5mL	Labbox	2	4,2	2,1	1	2,1
Microespátula	Labbox	5	7,8	1,6	1	1,6
Microplaca transparente	Coring	100	240,0	2,4	2	4,8
Mortero	Labbox	1	6,6	6,6	1	6,6
Paper aluminio - 30m	Labbox	1	2,6	2,6	1	2,6
Pipeta Pasteur - 5 mL	Labbox	500	8,9	0,0	10	0,2

Probeta graduada - 100 mL	Labbox	1	2,4	2,4	1	2,4
Probeta graduada - 5 mL	Labbox	1	4,2	4,2	1	4,2
Puntas amarillas - 20 a 200 µL	Labbox	1000	4,2	0,0	750	3,2
Puntas azules - 100 a 1000 µL	Labbox	1000	6,3	0,0	1000	6,3
Puntas transparentes - 0,1 a 2 µL	Labbox	1000	4,0	0,0	50	0,2
Puntas transparentes - 1 a 5 mL	Labbox	250	13,0	0,1	10	0,5
Rotulador permanente	Abacus	1	1,9	1,9	1	1,9
Soporte	Labbox	1	8,8	8,8	1	8,8
Termómetro	Labbox	1	5,2	5,2	1	5,2
Tijeras	Labbox	1	2,9	2,9	1	2,9
Tubos de ensayo - 10 mL	Labbox	250	79,0	0,3	40	12,6
Varilla magnética	Labbox	5	11,1	2,2	1	2,2
Vaso de precipitados - 10mL	Labbox	12	7,0	0,6	2	1,2
Vaso de precipitados - 25mL	Labbox	12	9,0	0,7	2	1,5
Vaso de precipitados - 50mL	Labbox	12	13,0	1,1	2	2,2
Vial -25mL	Labbox	1000	115,9	0,1	175	20,3
Vial -50mL	Labbox	500	125,9	0,3	20	5,0
<b>TOTAL</b>						<b>226,8</b>

Tabla 37: Coste material fungible utilizado

### 7.3. Coste de los reactivos

Reactivos	Casa comercial	Características de los recipientes	Precio/ unidad (€)	cantidad utilizado	Unidades	Importe (€)
ABTS	Sigma-Aldrich	25	37,25	3	g	4,47
Acetato de sodio trihidratado	Sigma-Aldrich	2	77,5	0,2	g	7,75
Ácido clorhídrico	Sigma-Aldrich	5	47,8	0,1	L	0,96
Ácido etilendiaminotetraacetato	Sigma-Aldrich	100	43,1	8,5	mL	3,66
Ácido tricloroacético	Sigma-Aldrich	100	89,99	7,8	g	7,02
Alumina	Sigma-Aldrich	1000	115	1500	kg	172,50
Carbonato de sodio anhídrido	Panreac	1000	44,07	20	g	0,88

Cloruro de hierro (II) tetrahidratado	Sigma-Aldrich	100	33,3	34,5		11,49
Cloruro de hierro (III) hexahidratado	Sigma-Aldrich	50	12,5	0,2	g	0,05
DPPH	Sigma-Aldrich	5	243	0,01	g	0,49
Etanol	Panreac	5	48,8	2	L	19,52
Folin & Ciocalteu	Sigma-Aldrich	100	36,75	9,5	mL	3,49
Peroxosulfato de potassio	Sigma-Aldrich	250	26,2	0,1	g	0,01
Tampón fosfato salino (PBS)	Sigma-Aldrich	100	141	10	tab	14,10
Tiocianato de amonio	Sigma-Aldrich	100	27	0,3	g	0,08
TPTZ	Sigma-Aldrich	1	26,1	0,2	g	5,22
Tween-20®	Sigma-Aldrich	1000	61,7	20	mL	1,23
<b>TOTAL</b>						<b>252,92</b>

Tabla 38: Coste de los reactivos utilizados

\* Las unidades son las mismas para las características de los recipientes y la cantidad utilizada.

## 7.4. Coste equipos utilizados

Equipo	Casa comercial	Precio (€)	Vida útil (años)	Tiempo en uso (meses)	Nº operarios	Amortización (€)
Agitador "VORTEX"	SBS	220	5	2	5	1,47
Agitador magnético	SBS	250	5	5	5	4,17
Agitador mecánico "ULTRA TURRAX"	IKA	800	7	3	5	5,71
Balanza analítica	OHAUS	1010	6	8	8	14,03
Baño calefactor	P SELECTA	1000	7	4	6	7,94
Cabina de flujo laminar	TELSTAR	2250	7	2	6	8,93
Centrifugadora	EPPENDORF	820	5	4	5	10,93
Espectrofotometro	BMG LABTECH	20500	10	6	8	128,13
Espectrofotometro	ZUZI	14190	10	4	6	78,83
Frigorífico y congelador	ZANUSSI	300	8	6	1	18,75
Micropipeta - 20 a 200 µL	ESAY	90	2	9	8	4,22
Micropipeta - 100 a 1000 µL	ESAY	90	2	9	8	4,22

Micropipeta - 0,1 a 2 $\mu$ L	ESAY	90	2	9	8	4,22
Micropipeta - 1 a 5 mL	ESAY	90	2	9	8	4,22
pH-metro	CRISON	640	6	6	2	26,67
Purificador de agua	ELGA	5500	8	9	8	64,45
Bomba de vacio	TELSTAR	370	5	6	5	7,40
Horno	P SELECTA	8000	15	6	6	44,44
Microscopio electronico	NIKON	50000	16	1	5	52,08
Rotavapor	BÜCHI	4500	15	1	6	4,17
Sonicador	FISHERBRAND	3770	10	3	5	18,85
Baño ultrasonidos	BANDELIN	2700	15	1	6	2,50
<b>TOTAL</b>						<b>516,32</b>

Tabla 39: Cote de los equipos

## 7.5. Coste del personal

El XX Convenio General de la Industria Química (BOE) define 9 grupos diferentes de profesionales, los cuales realizan diversas tareas dentro de un laboratorio. Para la realización de este proyecto, se han necesitado 2 personas (estudiante o ayudante y director), las que pertenecen a varios grupos (1 y 7 respectivamente) según el BOE (2018):

- Grupo profesional 1: realización de operaciones bajo instrucciones concretas, claramente establecidas, con un alto grado de dependencia, que requieren esfuerzo y atención y que no necesitan de formación específica.
- Grupo profesional 7: realización de actividades complejas con objetivos definidos y con alto grado de exigencia en los factores de autonomía y responsabilidad. Dirigen normalmente un conjunto de funciones que comportan una actividad técnica o profesional especializada.

Los salarios mínimos anuales brutos de los integrantes de estos grupos varían:

Cargo	Grupo profesional	Salario mínimo bruto anual (€)
Estudiante	1	15.264,57
Director	7	31.902,94

Tabla 40: Salario mínimo anual bruto según el grupo profesional en el 2018 (Fuente: (BOE 2018))

La jornada laboral máxima anual establecida es de 1.752 horas de trabajo efectivas y el coste de la seguridad social por trabajador es del 32% de su sueldo bruto. Así pues, se puede utilizar la siguiente fórmula para determinar los costes del personal:

$$\text{Coste del personal (€)} = \frac{\text{SMBA}}{\text{JLMA}} \cdot \text{ht} + \text{TSS} \cdot \left( \frac{\text{SMBA}}{\text{JLMA}} \cdot \text{ht} \right) = \text{Salario} + \text{SS}$$

Dónde:

SMBA: salario mínimo bruto anual (€ / año)

JLMA = jornada laboral máxima anual (h / año)

ht = horas trabajadas

TSS = tasa de la seguridad social (32%)

Grupo profesional	Nº personas	Nº horas trabajadas	Salario (€)	SS (€)	Salario + SS (€)
1	1	1650	14.375,88	4.600,28	18.976,16
7	1	150	2.731,41	874,05	3.605,46
<b>TOTAL</b>					<b>22.581,62</b>

Tabla 41: Coste del personal implicado

## 7.6. Coste total

Costes	Total (€)
Coste material de origen vegetal	26,65
Coste material fungible	226,8
Coste de los reactivos	252,92
Coste equipos utilizados	516,32
Coste del personal	22.581,62
<b>TOTAL</b>	<b>23.604,31</b>

Tabla 42: Coste total de los ensayos en el laboratorio



## Bibliografía

- Abid Keen, Mohammad, and Iffat Hassan. 2016. "Vitamin E in Dermatology." *Indian Dermatology Online Journal* 7 (4): 311–15.
- Ammar, Sonda, María Del Mar Contreras, Olfa Belguith-Hadrich, Antonio Segura-Carretero y Mohamed Bouaziz. 2015. "Assessment of the Distribution of Phenolic Compounds and Contribution to the Antioxidant Activity in Tunisian Fig Leaves, Fruits, Skins and Pulps Using Mass Spectrometry-Based Analysis." *Food and Function* 6 (12): 3663–77.
- Aseervatham, G. Smilin Bell, T. Sivasudha, R. Jeyadevi y D. Arul Ananth. 2013. "Environmental Factors and Unhealthy Lifestyle Influence Oxidative Stress in Humans--an Overview." *Environmental Science and Pollution Research International* 20 (7): 4356–69.
- Bagajewicz, M.J. 2007. "On the Role of Microeconomics, Planning, and Finances in Product Design." *AIChE Journal* 53 (12): 3155–70.
- Balasundram, Nagendran, Kalyana Sundram y Samir Samman. 2006. "Phenolic Compounds in Plants and Agri-Industrial by-Products: Antioxidant Activity, Occurrence, and Potential Uses." *Food Chemistry* 99 (1): 191–203.
- Barolo, Melisa I., Nathalie Ruiz Mostacero y Silvia N. López. 2014. "Ficus Carica L. (Moraceae): An Ancient Source of Food and Health." *Food Chemistry* 164: 119–27.
- Baron, Christof 2018. *Distribuciób porcentual del sector de cosméticos en España entre 2011 y 2017, por categorías*. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/473619/cuota-de-mercado-de-la-industria-cosmetica-espana-por-categoria/> [Aceso: 4 de noviembre de 2018]
- Betteridge, DJ. 2000. "What Is Oxidative Stress?" *US National Library of Medicine National Institutes of Health* 49: 3–8.
- Birben, Esra, Umit Murat, Sahiner Md, Cansin Sackesen, Serpil Erzurum y Omer Kalayci. 2012. "Oxidative Stress and Antioxidant Defense." *WAO Journal* 5: 9–19.
- Block, G. 2002. "Factors Associated with Oxidative Stress in Human Populations." *American Journal of Epidemiology* 156 (3): 274–85.
- BOE. 2018. "XX Convenio General de La Indústria Química." Disponible en [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2018-11368](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2018-11368). [Aceso: 5 de diciembre de 2018]
- Castellano, Gloria, José Tena y Francisco Torrens. 2012. "Classification of Phenolic Compounds by Chemical Structural Indicators and Its Relation to Antioxidant Properties of Posidonia Oceanica (L.)." *Communications in Mathematical and in Computer Chemistry* 67.
- Chang, A. Raw, R. Lionberger y L.X Yu. 2013. "Generic Development of Topical Dermatologic Products: Formulation Development, Process Development, and Testing of Topical Dermatologic Products." *AAPS J.* 15: 41–52.

- Chang, Sui Kiat, Cesarettin Alasalvar y Fereidoon Shahidi. 2016. "Review of Dried Fruits: Phytochemicals, Antioxidant Efficacies, and Health Benefits." *Journal of Functional Foods* 21: 113–32.
- Chao, Christina, Céline Génot, Corinne Rodriguez, Harmonie Magniez, Sandrine Lacourt, Aurélie Fievez, Christophe Len, Isabelle Pezron, Denis Luart y Elisabeth van Hecke. 2018. "Emollients for Cosmetic Formulations: Towards Relationships between Physico-Chemical Properties and Sensory Perceptions." *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 536: 156–64.
- Chen, Chihoung, Pearson, and Gray. 1992. "L Effects of Synthetic Antioxidants (BHA, BHT and PG) on the Mutagenicity of IQ-like Compounds." *Food Chemistry*. Vol. 43.
- Chen, Jin, Ning Wei, Maria Lopez-Garcia, Dianna Ambrose, Jason Lee, Colin Annelin y Teresa Peterson. 2017. "Development and Evaluation of Resveratrol, Vitamin E, and Epigallocatechin Gallate Loaded Lipid Nanoparticles for Skin Care Applications." *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 117: 286–91.
- Chen, Ruizhan, Haiping Li, Shizhe Li, Chenguang Jin y Juan Lu. 2015. "Extraction Optimization, Preliminary Characterization and Immunological Activity of Polysaccharides from Figs." *International Journal of Biological Macromolecules* 72: 185–94.
- Cheng, Yuen S., Ka W. Lam, Ka M. Ng, Robert K M Ko y Christianto Wibowo. 2009. "An Integrative Approach to Product Development-A Skin-Care Cream." *Computers and Chemical Engineering* 33 (5): 1097–1113.
- Concha, J., C. Soto, R. Chamy y M. E. Zúñiga. 2006. "Effect of Rosehip Extraction Process on Oil and Defatted Meal Physicochemical Properties." *Journal of the American Oil Chemists' Society* 83 (9): 771–75.
- Continente, Carbiñe 2017. *Estos son los cosméticos que debes usar según tu edad*. Disponible en: <https://www.harpersbazaar.com/es/belleza/piel-belleza/g356886/estos-son-los-cosmeticos-que-debes-usar-segun-tu-edad/> [Acceso: 5 de diciembre de 2018]
- Costa, Raquel y Lúcia Santos. 2017. "Delivery Systems for Cosmetics - From Manufacturing to the Skin of Natural Antioxidants." *Powder Technology* 322: 402–16.
- DCMA 2016. *La piel. Partes, Enfermedades y condiciones*. Disponible en: <https://www.educandose.com/la-piel-enfermedades-y-tipos/>. [Acceso: 15 de diciembre de 2018]
- Draelos, ZD, JS Dover, and M Alama. 2009. "Farris PK. Cosmetical Vitamins: Vitamin C." *Procedures in Cosmetic Dermatology* 2nd edd. N: 6–51.
- Embuscado, Milda E. 2015. "Spices and Herbs: Natural Sources of Antioxidants – a Mini Review." *Journal of Functional Foods* 18: 811–19.
- Eucerin 2017. *Comprendiendo la piel. Tipos de pieles y problemas dérmicos*. Disponible en: <https://www.eucerin.es/acerca-de-la-piel/conocimientos-basicos-sobre-la-piel/tipos-de-piel/>. [Acceso: 31 de octubre de 2018]

- FDA 2013. *Autoridad de la FDA sobre los productos cosméticos: Cómo los cosméticos no tienen la aprobación de la FDA, pero los regula la FDA*. Disponible en: <https://www.fda.gov/downloads/Cosmetics/GuidanceRegulation/LawsRegulations/UCM529201.pdf>. [Acceso: 22 de octubre de 2018]
- Finkel, Toren, and Nikki J. Holbrook. 2000. "Oxidants, Oxidative Stress and the Biology of Ageing." *Nature* 408 (6809): 239–47.
- Fruit Plants & Tree 2015. *Ambla Banaras*. Disponible en: <https://exoticflora.in/products/amla-banaras-or-pada-or-rati-fruit-plants-tree>. [Acceso: 2 de diciembre de 2018]
- Gianeti, Mirela D., y Campos. 2014. "Efficacy Evaluation of a Multifunctional Cosmetic Formulation: The Benefits of a Combination of Active Antioxidant Substances." *Molecules* 19 (11): 18268–82.
- Glampedaki, Pelagia y Victoria Dutschk. 2014. "Stability Studies of Cosmetic Emulsions Prepared from Natural Products Such as Wine, Grape Seed Oil and Mastic Resin." *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 460: 306–11.
- Górnaś, Paweł y Magdalena Rudzińska. 2016. "Seeds Recovered from Industry By-Products of Nine Fruit Species with a High Potential Utility as a Source of Unconventional Oil for Biodiesel and Cosmetic and Pharmaceutical Sectors." *Industrial Crops and Products* 83: 329–38.
- Guan, Yueqing, Qingcui Chu, Liang Fu y Jiannong Ye. 2005. "Determination of Antioxidants in Cosmetics by Micellar Electrokinetic Capillary Chromatography with Electrochemical Detection." *Journal of Chromatography A* 1074 (1–2): 201–4.
- Gülçin, I. 2012. "Antioxidant Activity of Food Constituents: An Overview." *Archives of Toxicology* 86 (3): 345–91.
- Gupta, Shyam K. 2004. "Controlled-Release Nano-Diffusion Delivery Systems for Cosmetic and Pharmaceutical Compositions." *U.S. Pat. Appl. Publ.* 1.
- Harrer, Manfred. 2006. "Steering System Development in Premium Car Segment." *Engineering* 4 (724): 164–68.
- Huang, D., B Ou y R. Prior. 2005. "The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays."
- ICI Americas Inc. 1980. "The HLB System." *A Time-Saving Guide to Emulsifier Selection* 37 (10): 1390–93.
- iStock 2018. Disponible en <https://www.istockphoto.com/gb> [Acceso: 17 de diciembre de 2018]
- Ivonne, Gissel, and Castellanos Ramos. 2010. "Antioxidantes En Dermatología Antioxidants in Dermatology." *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica* 8 (4): 272–77.
- Jasmine, R, K Manikandan y Karthikeyan. 2015. "Evaluating the Antioxidant and Anticancer Property of Ficus Carica Fruits." *African Journal of Biotechnology* 14 (7): 634–41.
- Johnson & Johnson S.A 2015. *Piel muy seca*. Disponible en: <https://www.roc.es/piel-muy-seca> [Acceso: 25 de noviembre de 2018]

- Jurado, Encarnación. 2006. *Universidad de Granada Facultad de Ciencias Preparación, Caracterización y Estabilidad de Emulsiones y Microemulsiones O/W . Science.*
- Kiokias, Sotirios, Theodoros Varzakas y Vassiliki Oreopoulou. 2008. "In Vitro Activity of Vitamins, Flavonoids, and Natural Phenolic Antioxidants against the Oxidative Deterioration of Oil-Based Systems." *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48 (1): 78–93.
- Laulloo, S Jhaumeer, M G Bhowon, L S Chua y H Gaungoo. 2018. "Phytochemical screening and antioxidant properties of Phyllanthus Emblica from mauritius." *LLC Chemistry of Natural Compounds* 54 (1).
- Leopoldini, Monica, Nino Russo y Marirosa Toscano. 2011. "The Molecular Basis of Working Mechanism of Natural Polyphenolic Antioxidants." *Food Chemistry* 125 (2): 288–306.
- Llc, CRCPress. 2002. "Design for Manufacturing 5.1." *Composites Manufacturing.*
- Lv, Li Shuang, Xiao Hong Gu, Jian Tang y Chi Tang Ho. 2007. "Antioxidant Activity of Stilbene Glycoside from Polygonum Multiflorum Thunb in Vivo." *Food Chemistry* 104 (4): 1678–81.
- Manela-Azulay, Mônica y Ediléia Bagatin. 2009. "Cosmeceuticals Vitamins." *Clinics in Dermatology* 27 (5): 469–74.
- Markoski, Melissa M., Juliano Garavaglia, Aline Oliveira, Jessica Olivaes y Aline Marcadenti. 2016. "Molecular Properties of Red Wine Compounds and Cardiometabolic Benefits." *Nutrition and Metabolic Insights* 9: 51–57.
- Matsuda, S, H Shibayama, M Hisama, M Ohtsuki y M Iwaki. 2008. "Inhibitory Effects of a Novel Ascorbic Derivate, Disodium Isostearyl 2-O-L-Ascorbyl Phosphate on Metanogenesis." *Chem Pharm Bull(Tokyo)* 3: 292–300.
- Miguel, M G. 2010. "Antioxidant Activity of Medicinal and Aromatic Plants . A Review . † Antioxidants and Oxidation :" 2009 (October 2009): 291–312.
- Minero, Francisco José González y Luis Bravo Díaz. 2017. "Historia y Actualidad de Productos Para La Piel, Cosméticos y Fragancias. Especialmente Los Derivados de Las Plantas." *Arts Pharmaceutica.*
- Mohagheghi, Mehdi, Karamatollah Rezaei, Mohsen Labbafi y Seyyed Mohammad Ebrahimzadeh Mousavi. 2011. "Pomegranate Seed Oil as a Functional Ingredient in Beverages." *European Journal of Lipid Science and Technology* 113 (6): 730–36.
- Müller-Goymann, C. C. 2004. "Physicochemical Characterization of Colloidal Drug Delivery Systems Such as Reverse Micelles, Vesicles, Liquid Crystals and Nanoparticles for Topical Administration." *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 58 (2): 343–56.
- Naczk, Marian y Fereidoon Shahidi. 2004. "Extraction and Analysis of Phenolics in Food." *Journal of Chromatography A* 1054 (1–2): 95–111.
- Odom, Wendell. 2009. "Cisco CCNA Routing & Switching ICND2 200-101," no. 1223.
- Oliveira, Andreia P., Patrícia Valentão, José A. Pereira, Branca M. Silva, Fernando Tavares y Paula B.

- Andrade. 2009. "Ficus Carica L.: Metabolic and Biological Screening." *Food and Chemical Toxicology* 47 (11): 2841–46.
- Oroian, Mircea y Isabel Escriche. 2015. "Antioxidants: Characterization, Natural Sources, Extraction and Analysis." *Food Research International* 74: 10–36.
- Patravale, V.B y S.D Mandawgade. 2008. "Novel Cosmetic Delivery Systems: An Application Update." *Journal of Cosmetic and Laser Therapy* 30: 19–33.
- Pisoschi, Aurelia Magdalena y Aneta Pop. 2015. "The Role of Antioxidants in the Chemistry of Oxidative Stress: A Review." *European Journal of Medicinal Chemistry* 97: 55–74.
- Poljsak, Borut, Dušan Šuput y Irina Milisav. 2013. "Achieving the Balance between ROS and Antioxidants: When to Use the Synthetic Antioxidants." *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1–12.
- Pourghayoumi, M., D. Bakhshi, M. Rahemi, A. Noroozisharaf, M. Jafari, M. Salehi, R. Chamane y F. Hernandez. 2016. "Phytochemical Attributes of Some Dried Fig (*Ficus Carica* L.) Fruit Cultivars Grown in Iran." *Agriculturae Conspectus Scientificus* 81 (3): 161–66.
- Ratz-Łyko, Anna y Jacek Arct. 2018. "Resveratrol as an Active Ingredient for Cosmetic and Dermatological Applications: A Review." *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, May, 1–7.
- Rigano, Luigi, Linda M Katz, Kapal Dewan y Robert L Bronaugh. 2013. "Nanotechnology in Cosmetics." *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association* 31 (3–4): 111–18.
- Rior, R Onald L P. 2005. "The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays."
- Roca, Sergi Figueras y References Cited. 2006. "( 12 ) United States Patent" 2 (12).
- Rock, Little y New Brunswick. 2005. "Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements," 4290–4302.
- Rodriguez, Gisela. 1997. "Funciones de La Vitamina E En La Nutrición Humana." *Intituto de Nutrición e Higiene* 11 (1): 46–57.
- Russo, Filippo, Nicola Caporaso, Antonello Paduano y Raffaele Sacchi. 2014. "Phenolic Compounds in Fresh and Dried Figs from Cilento (Italy), by Considering Breba Crop and Full Crop, in Comparison to Turkish and Greek Dried Figs." *Journal of Food Science* 79 (7).
- Sáez, Amor 2014. *Crema de día vs crema de noche. ¿Por qué es necesatio usar una crema de día y otra de noche?*. Disponible en: <https://www.elle.com/es/belleza/tendencias-novedades/tips/a655913/crema-de-dia-crema-de-noche/>. [Acceso: 5 de diciembre de 2018]
- Sánchez, María Joaquina 2018. *Crema de día y de noche: ¿en qué se diferencia?* Disponible en: <https://www.elnuevodiario.com.ni/suplementos/moda/411664-cremas-dia-noche-que-se-diferencia/>. [Acceso: 6 de diciembre de 2018]
- Sandbilller.S y Martínez. 2011. "Consumo Responsable de Productos Cosméticos: La Respuesta Del Sector En El Canal Minorista Masivo." *Distribución y Consumo*, 40–55.

- Savary, Géraldine, Michel Grisel y Céline Picard. 2013. "Impact of Emollients on the Spreading Properties of Cosmetic Products: A Combined Sensory and Instrumental Characterization." *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 102: 371–78.
- Sebaaly, Carine, Catherine Charcosset, Serge Stainmesse, Hatem Fessi y Hélène Greige-Gerges. 2016. "Clove Essential Oil-in-Cyclodextrin-in-Liposomes in the Aqueous and Lyophilized States: From Laboratory to Large Scale Using a Membrane Contactor." *Carbohydrate Polymers* 138: 75–85.
- Shahidi, Fereidoon y Priyatharini Ambigaipalan. 2015. "Phenolics and Polyphenolics in Foods, Beverages and Spices: Antioxidant Activity and Health Effects - A Review." *Journal of Functional Foods* 18: 820–97.
- Shilpa, B.P., M Srinivasan y Chauhan. 2011. "Niosomes as Vesicular Carriers for Delivery Proteins and Biologicals." *Journal of Drug Delivery* 3: 14–24.
- Shuwaili, Ahmed H. Al, Bazigha K. Abdul Rasool y Alaa A. Abdulrasool. 2016. "Optimization of Elastic Transfersomes Formulations for Transdermal Delivery of Pentoxifylline." *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 102: 101–14..
- Stadista 2017. Tasa de crecimiento anual del sector de la cosmética en el mundo desde 2004 a 2017. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/601048/porcentaje-de-crecimiento-anual-en-cosmetica-2004/> [Aceso 10 de noviembre de 2018]
- Stanpa 2017. *La industria cosmética en cifras*. Disponible en: <https://www.stanpa.com/resultados-2017/> [Acceso: 5 de noviembre de 2018]
- Teixeira, José, Alexandra Gaspar, E. Manuela Garrido, Jorge Garrido y Fernanda Borges. 2013. "Hydroxycinnamic Acid Antioxidants: An Electrochemical Overview." *BioMed Research International*, 1–11.
- Telang, Purnima Saakar. 2013. "Vitamin C in Dermatology." *Indian Dermatology Online Journal* 4 (2): 143.
- Toa Sampietro, Andrea. 2015. "Determinación de Compuestos Antioxidantes En Poblaciones Naturales de Gayuba (*Arctostaphylos Uva-Ursi* L. Sprengel) de La Provincia de Huesca." Universidad de Zaragoza-Escuela Politécnica Superior.
- Trošt, Kajetan, Anja Klančnik, Branka Mozetič Vodopivec, Melita Sternad Lemut, Katja Jug Novšak, Peter Raspor y Sonja Smole Možina. 2016. "Polyphenol, Antioxidant and Antimicrobial Potential of Six Different White and Red Wine Grape Processing Leftovers." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96 (14): 4809–20.
- Tsai, C. C., C. H. Chou, Y. C. Liu y C. W. Hsieh. 2014. "Ultrasound-Assisted Extraction of Phenolic Compounds from *Phyllanthus Emblica* L. And Evaluation of Antioxidant Activities." *International Journal of Cosmetic Science* 36 (5): 471–76.
- Valera, Marina 2017. Estos son los cosméticos más vendidos. Disponible en: <https://www.vogue.es/belleza/tendencias/galerias/cosmeticos-mas-vendidos-productos-belleza-best-seller/13314> [Acceso 22 de noviembre de 2018]

- Veberic, Robert, Mateja Colaric y Franci Stampar. 2008. "Phenolic Acids and Flavonoids of Fig Fruit (Ficus Carica L.) in the Northern Mediterranean Region." *Food Chemistry* 106 (1): 153–57.
- Viuda-Martos, Manuel, X. Barber, José A. Pérez-Álvarez y Juana Fernández-López. 2015. "Assessment of Chemical, Physico-Chemical, Techno-Functional and Antioxidant Properties of Fig (Ficus Carica L.) Powder Co-Products." *Industrial Crops and Products* 69: 472–79.
- Wang, Jia Shui, An Bang Wang, Xiao Ping Zang, Lin Tan, Yu Ge, Xing E. Lin, Bi Yu Xu, Zhi Qiang Jin y Wei Hong Ma. 2018. "Physical and Oxidative Stability of Functional Avocado Oil High Internal Phase Emulsions Collaborative Formulated Using Citrus Nanofibers and Tannic Acid." *Food Hydrocolloids* 82: 248–57.
- Witkowski, J a, y L C Parish. 2001. "You've Come a Long Way Baby: A History of Cosmetic Lead Toxicity." *Clinics in Dermatology* 19 (4): 367–70.
- Wojdyło, Aneta, Paulina Nowicka, Ángel A. Carbonell-Barrachina y Francisca Hernández. 2016. "Phenolic Compounds, Antioxidant and Antidiabetic Activity of Different Cultivars of Ficus Carica L. Fruits." *Journal of Functional Foods* 25: 421–32.
- Xu, Guihua, Xingqian Ye, Donghong Liu, Yaqin Ma y Jianchu Chen. 2008. "Composition and Distribution of Phenolic Acids in Ponkan (Citrus Poonensis Hort. Ex Tanaka) and Huyou (Citrus Paradisi Macf. Changshanhuoyou) during Maturity." *Journal of Food Composition and Analysis* 21 (5): 382–89.
- Y. Guan, Q.Chu, L. Fu y J. Ye. 2005. "Determination of Antioxidants in Cosmetics by Micellar Electrokinetic Capillary Chromatography with Electrochemical Detection." *Journal of Chromatography A* 1074: 201–4.
- Zhai, H, and H Maibach. 2002. "Skin Antioxidants." *Cosmetics & Toiletries*.



## Anexos

### Anexo I – Estudio de mercado

A continuació se expone una mostra de los resultados obtenidos en el estudio de mercado. Los resultados expuestos no están completos debido a la extensión pero sí que muestran el proceso realizado para poder obtener las conclusiones expuestas en el punto 3.3.

Nombre producto		Derma Acné	Crema Facial Día Antiarrugas	Regeneradora celular de día	Crema Facial anti-edad revitalizante y estructuradora
Punto de venta				LIDL	Mercadona
Precio (€)		19,97	57,68	4,99	5
Marca		Crema Acne	Shiseido	Cien gold	Sisbela Cosmetics
Tipo de crema	Crema hidratante		x		X
	Crema de día		x	X	
	Crema de noche				
	Sérum				
otra (especificar)		antiacné	antiarrugas		
Envase	Vidrio				X
	Plástico	x		X	
	Color envase	blanco	crema	transparente	Azul
	Color tapa	blanco	crema	dorado	Gris
Etiqueta	Pegada				
	Grabada	x	x	X	X
Capacidad (especificar valor y unidades)		50	50	50	50
Fecha caducidad					
Textura	Fresca		x	X	
	Densa				X
	Oleosa				
	Otra (especifique)	gel			
Aroma	Si (especifica)	Fresco	Afrutado	Dulce	
	No				X
Componentes	Caprylic/Capric triglyeride				
	Alkyl benzoate				
	Sunflower oil				
	Almond oil				

	Coconut oil				
	Cyclomethicone				
	Dimethicone				X
	Cetyl alcohol			X	X
	Glycerin		x		X
	Propylene glycol		x	X	X
	Butylene glycol		x		
	Sorbitol		x		X
	BHT		x	X	X
	tocopheryl		x		X
	diazolidinyl urea			X	X
	Iodopropynyl butylcarbamate			X	
	methylparaben		x		
	Propylparaben				
	Vitamin C				
	Vitamine E				
	Quercetin				
	Resveratrol				
	Romarinic acid				
	Lycopene				
	Parabenos				
	Lutein				
	Aceites	aguacate			
oliva					
esenciales (especificar)					castor oil
rosa mosqueta					
jojoba					
soja					
piel de limon		x			
seed					
mineral			x		
macadamia					

Tabla 43: Muestra del estudio de mercado

## Anexo II – Empresas

### a. Posibles empresas que desarrollen la línea cosmética

En la Tabla 44 se exponen las características de las empresas pre-seleccionadas. El color amarillo indica que personalmente resulta interesante por la página web, calidad, etc. Y el color verde indica que el proceso de envasado y el tipo de envases disponibles son de mayor calidad que el resto.

Nombre empresa	Localización	Productos trabajados						Servicios en cosmética					
		Fragancias	Cosmética	farmacia	Otros	Higiene personal	Hogar	Desarrollar	Compra componentes	Almacenamiento	Envasar	Transporte	Calidad
Bastet, s.l.u	Barcelona	x	x			x	x						
Idesco	Barcelona		x	x	x			x			x		x
Laboratoris Coper	Barcelona										x		
Laboratorios Costa	Vila-real, Castellón												
Laboratorios chantelet, S.A	Barcelona												
Laboratorios Entema	Barcelona		x	x	x	x		x			x		
Laboratorios Klein	Barcelona										x		
Laboratorios Magriña	Barcelona							x			x		x
Laboratorios Viñas, S.A	Barcelona												
Laurendor	Barcelona							x		x	x		x
Mixer & Pack	Meco, Madrid							x	x	x	x	x	x
Neftis	Barcelona							x	x	x	x	x	x
Proquimia Cosmetics	Barcelona							x			x	x	x
Serigoder, S.L	Barcelona										x		
Ternum Cosmetics	Barcelona										x		x

Tabla 44: Posibles empresas vinculantes

## b. Carta de presentación a las empresas

La carta presentada a continuación es la enviada a las empresas para concretar una cita para determinar la viabilidad de cada una de las empresas para la realización del proyecto. La información puesta puede variar respecto a la información del punto 3 debido a la evolución de la idea en el primer período.

“Buenos días,

Des de un grupo de investigación de la *Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)* especializada en el campo de antioxidantes naturales junto con una empresa privada, se quiere lanzar al mercado una línea de cosméticos especializados en tratamiento *anti-aging* para el noviembre de 2018. En cuanto al proyecto, se debe tener en cuenta que al tratar con productos naturales, la oxidación del producto final será más rápida, por lo que su vida útil se ve reducida respecto a las cremas convencionales.

La dimensión del proyecto está determinado, como también el tipo de envase solicitado por el cliente y los extractos que se deben incluir. Son un total de cuatro extractos naturales adquiridos comercialmente y un quinto extracto que se obtiene en el laboratorio de nuestra universidad, derivado del producto proporcionado por la empresa mencionada. En este último extracto se deben realizar las pruebas para que cumpla en requisito legal actual.

Estamos interesados en el servicio que ofrece su empresa y para ello queríamos valorar la idoneidad y saber si nuestra idea de inversión inicial se ajusta al presupuesto que ustedes puedan ofrecernos.

Quedamos a la espera de sus noticias.

Saludos cordiales,

Grupo antioxidantes”

## c. Empresa 1 – componentes aconsejados

En la Tabla 45 se exponen los componentes aconsejados para ser añadidos a las emulsiones que pueden ser suministrados por la **Empresa 1**. Incluye el nombre comercial y la descripción del producto.

Componentes	Nombre	Descripción
Emulsionante	INUTEC SL1 (INCI: <i>Glycerin, Inulin Lauryl Carbamate</i> )	Emulsionante no-iónico o/w de origen natural capaz de formar gotículas de aceite muy pequeñas y estables. Muy tolerante a la presencia de electrolitos y filtros solares. Toxicidad es muy baja.

	<p>NEOCARE P3R</p> <p>(INCI: <i>Polyglyceryl-3 Polyricinoleate, Polyglyceryl-3 Ricinoleate</i>)</p>	<p>Emulsionante natural W/O extremadamente suave. Hidrata la piel hasta un 40% a las 4 horas incluso sin la adición de ningún activo. Forma emulsiones ricas y brillantes. Recomendado para el cuidado del bebé. Permite formular al 20-30% de aceite perfectamente (de hecho adjunto una fórmula al 15%) Este producto es conforme COSMOS</p>
<p><b>Emolientes (sustituyente de las siliconas y petrolatum)</b></p>	<p>FISION® ECOLATUM S</p> <p>(INCI: <i>Ricinus Communis (Castor) Seed Oil, Hydrogenated Castor Oil, Copernicia Cerifera (Carnauba) Wax</i>)</p>	<p>Alternativa natural al petrolatum, consiste en un derivado botánico muy emoliente gracias a su afinidad a los lípidos de la piel. Compatible con todo tipo de formulaciones y proporciona viscosidad</p>
	<p>GOSULIN IL (INCI: <i>Isoamyl Laurate, Isoamyl Cocoate</i>)</p>	<p>Aceite natural extremadamente ligero derivado del coco. Es un sustituto natural de las siliconas volátiles, y reduce el efecto blanqueante de las cremas y el tacto pegajoso. Proporciona a emulsiones W/O el tacto típico de la fase externa acuosa.</p>
	<p>MANTECA DE XIMENIA (INCI: <i>Ximenia Americana Oil</i>)</p>	<p>Manteca de poder reestructurante que ayuda a mantener la integridad de la pared celular. Muy estable ante la oxidación. Gracias a su tacto agradable y efecto “cushion” puede actuar como sustituto de las siliconas.</p>
<p><b>Espesante fase acuosa</b></p>	<p>PREBIULIN C90</p> <p>(INCI: <i>Cellulose, fructose, glucose, Inulin, Xanthan gum, Cellulose gum</i>)</p>	<p>Mezcla de polisacáridos y monosacáridos que permiten espesar de forma natural un champú, un gel de ducha, un <i>sérum</i>, etc. Obteniendo una textura rica, un tacto agradable y no pegajoso y permitiendo también una total transparencia.</p>
<p><b>SPF Boosters</b></p>	<p>Aceite de Karanja</p>	<p>Este aceite nativo de la India que se caracteriza por poseer 2 moléculas capaces de absorber en el UV: <i>Pongamol</i> y <i>Karanja</i>. A pesar de no ser considerado un filtro, gracias a estas propiedades es capaz de proporcionar un SPF de 20 por sí mismo. Podríaís combinarlo con un filtro físico para un resultado óptimo.</p>
	<p>Viamerine</p> <p>(INCI: <i>Oleic/ Linoleic/Linolenic Polyglycerides</i>)</p>	<p>Activo multifuncional que hidrata y protege la barrera lipídica de la piel. Actúa como co-emulsionante, hidrata hasta tres capas de la epidermis, proporciona un efecto inmediato antiarrugas debido a su gran capacidad de retención de agua, aumenta la resistencia al agua. Está</p>

	disponible en distintos grados de viscosidad creciente para múltiples aplicaciones que pueden combinarse para obtener una textura y un <i>afterfeel Premium</i> . Dispersa muy bien filtros físicos aumentando así la capacidad de éstos de proteger de la luz solar.
--	---

Tabla 45: Componentes propuestos proporcionados por la empresa 1

## Anexo III – Resultados y cálculos

### a. Cálculos primera elaboración de emulsiones

Numero muestras	12
Peso por muestra	12,00 g
Replicas	3
Peso emulsión madre	432,00 g
Porcentaje aceite	30,00%
Peso aceite madre	129,60 g
Porcentaje Tween-20®	1,00%
Peso Tween-20® madre	4,32 g
Porcentaje extracto 1	1,00%
Porcentaje extracto 2 o disolvente	1,20%
Peso extracto 1	4,32 g
Peso extracto 2 o disolvente	5,18 g
Peso agua	288,58 g

Tabla 46: Cálculos elaborados para la primera elaboración de emulsiones

El volumen total (por los triplicados) que se debe añadir de cada componente quedan expuestos en la Tabla 47.

	Peso emulsión (ml)	Residuo vino (ml)	extracto higo (ml)	Citrato Ag (ml)	Ácido gálico (ml)	Etanol 50% (ml)
control (-)	36,00					0,792
control (+)	36,00				0,360	0,432
Higo negro (1%)	36,00		0,360			0,432
Higo negro (0,1%)	36,00		0,036			0,756
Extracto vino (1%)	36,00	0,360				0,432
Extracto vino (0,1%)	36,00	0,036				0,756
Citrato Ag (0,2%)	36,00			0,072		0,720
Citrato Ag (0,1%)	36,00			0,036		0,756
Higo (1%) + vino (1%)	36,00	0,360	0,360			0,072
Higo (1%) + citrato (0,2%)	36,00		0,360	0,072		0,360
Vino (1%) + citrato (0,2%)	36,00	0,360		0,072		0,360
vino + citrato+ higo	36,00	0,360	0,360	0,072		0,000
<b>TOTAL</b>	<b>432,00</b>	<b>1,476</b>	<b>1,476</b>	<b>0,324</b>	<b>0,360</b>	<b>36,792</b>

Tabla 47: Cálculos de extractos añadidos en las emulsiones

**b. Cálculos segunda elaboración de emulsiones**

		30% aceite		
muestra\aceite	nº muestras	Peso aceite coco(g)	Peso aceite almendra(g)	Peso aceite girasol(g)
C+ (coco)	2	3,00	0,00	0,00
C- (coco)	2	3,00	0,00	0,00
Muestra coco	3	3,00	0,00	0,00
C+ (almendra)	2	0,00	3,00	0,00
C- (almendra)	2	0,00	3,00	0,00
Muestra almendra	3	0,00	3,00	0,00
C+ (girasol)	2	0,00	0,00	3,00
C- (girasol)	2	0,00	0,00	3,00
Muestra girasol	3	0,00	0,00	3,00
C+ (mix)	2	1,50	1,50	0,00
C- (mix)	2	1,50	1,50	0,00
Mix coco+alm	3	1,50	1,50	0,00
		31,50	31,50	21,00

Tabla 48: Cálculo del peso de cada aceite al 30% (masa/masa) por cada muestra

Peso por emulsión = 10g

Peso de agua por emulsión = 6,78g

Peso Tween-20® = 0,1g

		10% aceite		
muestra\aceite	nº muestras	Peso aceite coco(g)	Peso aceite almendra(g)	Peso aceite girasol(g)
C+ (coco)	2	1,00	0,00	0,00
C- (coco)	2	1,00	0,00	0,00
Muestra coco	3	1,00	0,00	0,00
C+ (almendra)	2	0,00	1,00	0,00
C- (almendra)	2	0,00	1,00	0,00
Muestra almendra	3	0,00	1,00	0,00
C+ (girasol)	2	0,00	0,00	1,00
C- (girasol)	2	0,00	0,00	1,00
Muestra girasol	3	0,00	0,00	1,00
C+ (mix)	2	0,50	0,50	0,00
C- (mix)	2	0,50	0,50	0,00
Mix coco+alm	3	0,50	0,50	0,00
		10,50	10,50	7,00

Tabla 49: Cálculo del peso de cada aceite al 10% (masa/masa) por cada muestra

Peso de agua por emulsión = 8,78g

Peso de agua por emulsión = 6,78g

Peso Tween-20® = 0,1g

	Residuo de vino (ml)	Citrato de plata (ml)	AG (ml)	Etanol 50%(v/v)
C+ (coco)	-	-	0,10	0,02
C- (coco)	-	-	-	0,12
Muestra coco	0,10	0,02		0,00
C+ (almendra)	-	-	0,10	0,02
C- (almendra)	-	-	-	0,12
Muestra almendra	0,10	0,02	-	0,00
C+ (girasol)	-	-	0,10	0,02
C- (girasol)	-	-	-	0,12
Muestra girasol	0,10	0,02	-	0,00
C+ (mix)	-	-	0,10	0,02
C- (mix)	-	-	-	0,12
Mix coco+alm	0,10	0,02	-	0,00
	1,20	0,24	0,80	1,12

Tabla 50: Cálculos de extractos añadidos en las segundas emulsiones

### c. Reportaje fotográfico de las segundas emulsiones

#### Emulsiones con aceite de girasol al 30% (C+/C/muestra)



Imagen 23: Emulsiones con aceite de girasol 30% (C+, C- y muestra, respectivamente)

Emulsiones con aceite de girasol al 10% (C<sup>+</sup>/C/muestra)



Imagen 24: Emulsiones con aceite de girasol 10% (C<sup>+</sup>, C<sup>-</sup> y muestra, respectivamente)

Emulsiones con aceite de almendra al 30% (C<sup>+</sup>/C/muestra)



Imagen 25: Emulsiones con aceite de almendra 30% (C<sup>+</sup>, C<sup>-</sup> y muestra, respectivamente)

Emulsiones con aceite de almendra al 10% (C<sup>+</sup>/C<sup>-</sup>/muestra)

Imagen 26: Emulsiones con aceite de almendra 10% (C<sup>+</sup>, C<sup>-</sup> y muestra, respectivamente)

Emulsiones con aceite de coco al 30% (C<sup>+</sup>/C<sup>-</sup>/muestra)

Imagen 27: Emulsiones con aceite de coco 30% (C<sup>+</sup>, C<sup>-</sup> y muestra, respectivamente)

**d. Cálculos tercera elaboración de emulsiones**

		30% aceite		
muestra\aceite	nº muestras	Peso aceite coco(g)	Peso aceite almendra(g)	Peso aceite girasol(g)
C+ (girasol)	2	0,00	0,00	3,00
C- (girasol)	2	0,00	0,00	3,00
Muestra girasol	3	0,00	0,00	3,00
C+ (almendra)	2	0,00	3,00	0,00
C- (almendra)	2	0,00	3,00	0,00
Muestra almendra	3	0,00	3,00	0,00
C+ (girasol+ almendra)	2	0,00	1,50	1,50
C- (girasol+ almendra)	2	0,00	1,50	1,50
Muestra gira + alm	3	0,00	1,50	1,50
C+ (mix)	2	0,30	1,35	1,35
C- (mix)	2	0,30	1,35	1,35
Mix coco+alm	3	0,30	1,35	1,35
		2,10	40,95	40,95

Tabla 51: Cálculo del peso de cada aceite al 30% (masa/masa) por cada muestra

Peso por emulsión = 10g

Peso de agua por emulsión = 6,78g

Peso Tween-20® = 0,1g

muestra\aceite	nº muestras	10% aceite		
		Peso aceite coco(g)	Peso aceite almendra(g)	Peso aceite girasol(g)
C+ (girasol)	2	0,00	0,00	1,00
C- (girasol)	2	0,00	0,00	1,00
Muestra girasol	3	0,00	0,00	1,00
C+ (almendra)	2	0,00	1,00	0,00
C- (almendra)	2	0,00	1,00	0,00
Muestra almendra	3	0,00	1,00	0,00
C+ (girasol+ almendra)	2	0,00	0,50	0,50
C- (girasol+ almendra)	2	0,00	0,50	0,50
Muestra gira + alm	3	0,00	0,50	0,50
C+ (mix)	2	0,10	0,45	0,45
C- (mix)	2	0,10	0,45	0,45
Mix	3	0,10	0,45	0,45
		0,7	13,65	13,65

Tabla 52: Cálculo del peso de cada aceite al 10% (masa/masa) por cada muestra

Peso por emulsión = 10g

Peso de agua por emulsión = 8,78g

Peso Tween-20® = 0,1g

	Residuo de vino (ml)	Citrato de plata (ml)	AG (ml)	Etanol 50%(v/v)
C+ (girasol)	-	-	0,10	0,02
C- (girasol)	-	-	-	0,12
Muestra girasol	0,10	0,02		0,00
C+ (almendra)	-	-	0,10	0,02
C- (almendra)	-	-	-	0,12
Muestra almendra	0,10	0,02	-	0,00
C+ (gira + alm)	-	-	0,10	0,02
C- (gira + alm)	-	-	-	0,12
Muestra gira +alm	0,10	0,02	-	0,00
C+ (mix)	-	-	0,10	0,02
C- (mix)	-	-	-	0,12
Mix	0,10	0,02	-	0,00
	1,20	0,24	0,80	1,12

Tabla 53: Cálculos de extractos añadidos en las terceras emulsiones

