

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE ROMERO (*Rosmarinus officinalis*) EN ACEITE DE GIRASOL, MALEATO DE ACEITE DE SOYA, LANOLINA Y MANTECA DE CACAO; UTILIZADAS EN FASE OLEOSA DE EMULSIONES COSMÉTICAS.

Informe de Tesis  
Presentado por

Keila Teresa Valle Juárez

Para optar al título de  
Química Farmacéutica

Guatemala, Enero de 2006

**INDICE**

<b>CONTENIDO</b>	<b>No. PAG.</b>
1. Resumen	3
2. Introducción	5
3. Antecedentes	7
3.1 Definiciones	7
3.2 Autooxidación	7
3.3 Antioxidantes	9
3.4 Extractos botánicos	12
3.5 Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> )	13
3.6 Materias primas a evaluar	16
3.7 Estudios previos	22
4. Justificación	24
5. Objetivos	25
6. Hipótesis	26
7. Materiales y métodos	27
7.1 Universo de trabajo y muestra	27
7.2 Medios	27
7.3 Métodos	29
7.4 Diseño de la investigación	30
8. Resultados	34
9. Discusión de resultados	38
10. Conclusiones	41
11. Recomendaciones	42
12. Referencias	43
13. Anexos	46
13.1 Preparación de reactivos	46
13.2 Valores de índice de peróxido	48

## 1. RESUMEN

Actualmente, existe un creciente interés por el uso de antioxidantes naturales en reemplazo de sus análogos sintéticos butilhidroxitolueno y butilhidroxianisol (BHT y BHA) debido a su inocuidad desde el punto de vista toxicológico. Dentro de los antioxidantes naturales encontramos aquellos provenientes de plantas como el extracto de romero (*Rosmarinus officinalis*) que contiene cantidades importantes de ácido rosmarínico y derivados hidroxicinámicos totales, los cuales son responsables de su capacidad antioxidante.

El objetivo del presente trabajo, es evaluar la actividad antioxidante del extracto de romero sobre el aceite de girasol, maleato de aceite de soya, lanolina y manteca de cacao; las cuales son materias primas utilizadas en fase oleosa de emulsiones cosméticas.

Se adicionaron concentraciones de 0.1% y 0.2% del extracto de romero a cada una de las materias en estudio. La estabilidad oxidativa fue determinada mediante el método de autooxidación en cámaras de estabilidad, que incluye la colocación de las muestras en cuatro diferentes condiciones (luz solar, aire, 37°C y 45°C).

El grado de autooxidación se evaluó cuantitativamente por medio del índice de peróxido que se determinó durante varias semanas, hasta obtener valores de índice de peróxido mayores a veinte miliequivalentes para ácidos grasos de origen animal (lanolina) o mayores de setenta miliequivalentes para ácidos grasos de origen vegetal (aceite de girasol, maleato de aceite de soya y manteca de cacao).

Con la finalidad de demostrar el efecto antioxidante del extracto de romero (*Rosmarinus officinalis*), se prepararon muestras con BHT al 0.02% y muestras sin antioxidante (blanco), cuyos resultados se evaluaron estadísticamente por medio de un análisis factorial.

En conclusión se encontró que el extracto de romero presenta efecto antioxidante a las temperaturas ensayadas, siendo más significativo para el extracto de romero al 0.1% que al 0.2%.

Los resultados del estudio mostraron que la efectividad de los antioxidantes analizados no se vio influenciada por las diferentes condiciones a las que fueron sometidos, sin embargo estas condiciones si causan efecto sobre la autooxidación ya que se ve acelerada por la luz solar y el aire.

Comparado contra el BHT 0.02%, el extracto de romero (*Rosmarinus officinalis*) representa un compuesto antioxidante con potencial aplicación industrial a partir de especies vegetales.

## 2. INTRODUCCIÓN

La autooxidación es la capacidad del oxígeno atmosférico para actuar como agente oxidante en grasas, ácidos grasos y otras sustancias orgánicas.

Hasta el momento es muy bien conocido el fenómeno de que los aceites y grasas, vegetales y animales se autooxidan y emiten un olor desagradable, si se exponen al aire por cualquier período de tiempo. Sobre todo es muy importante considerar que las grasas o aceites rancios (o preparaciones cosméticas que contienen ingredientes rancios) actúan como irritantes de la piel.

El enranciamiento o autooxidación es una alteración de gran importancia comercial por las pérdidas que produce en grasas, aceites y componentes grasos de los cosméticos.

La finalidad de la incorporación de sustancias antioxidantes a los aceites y grasas, es la de alargar la vida útil del producto retardando las reacciones químicas responsables de las reacciones de autooxidación de los triglicéridos, cuyos productos son los responsables de los olores y sabores propios del aceite rancio. Usualmente se emplean sustancias sintéticas de alto poder antioxidante como el butil-hidroxitolueno, butil-hidroxilanol, galato de propilo, etc. La mayoría son de tipo fenólico y además algunos poseen la función amínica (aminofenoles).

Sin embargo, en muchos países se ha dado gran importancia a lo que es la cosmética natural y se han buscado alternativas a estos productos, ya que se sospecha que pueden ser peligrosos para la salud de la piel de quienes utilizan estos productos.

Un cosmético natural es aquel cuya composición es estrictamente basada en componentes no sintéticos, e incluso la incorporación de aditivos de origen natural.

En la naturaleza existen muchas sustancias que pudieran emplearse como antioxidantes naturales, sustituyendo total o parcialmente a los antioxidantes sintéticos. Diversos estudios han señalado que las moléculas de origen natural que presentan grupos fenólicos son capaces de ejercer un efecto antioxidante.

Una fuente importante de antioxidantes naturales es el extracto de Romero (*Rosmarinus officinalis*) que contiene ácido carnósico, carnosol y ácido rosmarínico, compuestos responsables de su actividad antioxidante comprobada.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad antioxidante del extracto de romero sobre aceite de girasol, maleato de aceite de soya, lanolina y manteca de cacao, las cuales son materias primas utilizadas en fase oleosa de emulsiones cosméticas y poseen un elevado contenido de ácidos grasos insaturados que les hace más susceptibles al deterioro por oxidación.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 DEFINICIONES

**3.1.1 Emulsión:** La emulsión es un sistema de dos fases que consta de dos líquidos no miscibles, uno de los cuales es dispersado en el otro en forma de glóbulos. La fase dispersa, discontinua o interna es el líquido desintegrado en glóbulos. El líquido circundante es la fase continua o externa (1).

Las emulsiones cosméticas comprenden gran variedad de tipos y de formas. Entre las emulsiones oleo-acuosas se encuentran las cremas y lociones faciales, cremas evanescentes, para las manos, para afeitarse, etc. Se pueden formular como emulsiones oleo-acuosas o hidrooleosas muchas de las cremas emolientes, cremas hidratantes, los preparados para el cabello, las lociones para repeler insectos y las cremas desodorantes contra el sudor (2).

**3.1.2 Estabilidad de un cosmético:** Es la propiedad que tiene el producto cosmético de retener dentro de un período de tiempo y del comienzo al fin de su vida útil, en un envase determinado, las mismas propiedades y características que tenía en el momento en el que finalizó su elaboración con un procedimiento estandarizado. Propiedades que no son resultado al azar, sino del diseño y desarrollo racional del producto y que pueden ser clasificadas en cinco tipos diferentes: química, física, microbiológica, toxicológica y de funcionalidad (3).

#### 3.2 AUTOOXIDACIÓN

La autooxidación es la capacidad del oxígeno para reaccionar con la estructura molecular de una sustancia; este proceso generalmente implica una serie de cambios dentro de la estructura química, los cuales se desarrollan en diferentes tiempos de reacción. Químicamente la autooxidación es la degradación de ácidos grasos mayores, por la oxidación generalmente producida por el oxígeno atmosférico. La

autooxidación es generalmente llamada rancidez y podemos dividirla en dos tipos: cetónica y oxidativa.

**3.2.1 Rancidez cetónica:** La rancidez cetónica ocurre en ácidos grasos que contienen menos de 14 átomos de carbono y es el resultado de la acción de ciertos mohos (en particular, *aspergillum* y *penicillium*) en la presencia de humedad y sustancias nitrogenadas. Esta rancidez resulta en la formación de cetona que es detectable por el olor que emite y su presencia se demuestra químicamente de una forma sencilla. Esta rancidez puede ser prevenida con la adición de preservantes a las preparaciones cosméticas.

**3.2.2 Rancidez oxidativa:** La rancidez oxidativa forma una parte más importante en la práctica. Esta ocurre mayormente en ácidos grasos insaturados y lleva a la ruptura de la molécula de ácido graso en el punto del doble enlace. Los fragmentos formados son aldehídos que son los responsables del mal olor y de la irritación que causan los ácidos grasos rancios en la piel. La rancidez oxidativa es un proceso de oxidación causado por el oxígeno atmosférico y resulta principalmente por el contacto de la grasa o el aceite con el aire. Existen varios factores que pueden acelerar este proceso:

- La presencia de trazas de metales pesados, por ejemplo hierro o cobre.
- El efecto de la luz.
- La presencia de una pequeña cantidad de grasa ya oxidada.
- La presencia de ácidos grasos libres.
- El efecto de factores que aceleran la formación de ácidos grasos libres provenientes de grasas neutras. Dichos factores pueden ser: presencia de agua responsable de la hidrólisis de glicéridos; presencia de ácidos o bases fuertes que catalizan la hidrólisis y la presencia de ciertas enzimas.



- Almacenamiento a elevadas temperaturas. Mientras mas alta es la temperatura el proceso de rancidez se acelera aún más.

**3.2.3 Prevención de la rancidez:** Los métodos que deben ser utilizados están enfocados en prevenir la exposición de las grasas o aceites a los factores citados anteriormente, sin embargo en la práctica la forma más importante para evitar la rancidez es el uso de antioxidantes (4).

### 3.3 ANTIOXIDANTES

Los antioxidantes son sustancias que se añaden en pequeñas cantidades a las grasas o aceites para prevenir la autooxidación o al menos retardarla. Para entender el efecto del antioxidante se debe comprender que la oxidación de ácidos grasos insaturados es una reacción en cadena. Si una molécula de ácido graso es atacada por el oxígeno, no solo la molécula se rompe sino que se forman productos intermedarios que inician la oxidación de otra molécula de ácido graso. Los antioxidantes actúan al romper las cadenas de oxidación, ya que reaccionan con los intermedarios activos que se forman en el proceso de oxidación.

El mecanismo de este efecto explica porque se necesitan tan solo trazas del antioxidante para prevenir la oxidación de una mezcla de grasas. Ya que el proceso de oxidación se da en cadena, una sola molécula del antioxidante es suficiente para detener la misma.

Sin embargo no se comprende todo acerca de este mecanismo, ya que por ejemplo a dosis excesivas los antioxidantes pueden actuar como aceleradores de la oxidación si se añaden de forma total, pero no si se añaden de forma gradual.

**3.3.1 Requerimientos que deben cumplir los antioxidantes para cosméticos:** A las concentraciones utilizadas no deben ser irritantes o alergénicos, no deben causar decoloración u olor en la preparación y deben ser lo suficientemente liposolubles para desarrollar su efecto completamente (1).

La dosis óptima de antioxidante depende del tipo de grasa y generalmente es mayor para grasas animales que para aceites vegetales. Generalmente las dosis de 0.01% y 0.03% son suficientes. El efecto del antioxidante puede ser incrementado con la adición de agentes sinérgicos en cantidades equivalentes (3).

**3.3.2 Evaluación de la efectividad del antioxidante:** La estabilidad oxidativa de una grasa, aceite o producto que contiene grasas puede ser determinada al almacenar muestras del producto a las condiciones normales de uso y examinarlas periódicamente.

El anterior método usualmente requiere de mucho tiempo y las condiciones de almacenamiento varían de forma que dificultan la comparación entre las diferentes muestras.

Se han desarrollado métodos de laboratorio bajo condiciones controladas o con oxidación acelerada que proveen resultados para poder comparar muestras tratadas con antioxidantes contra muestras control.

**3.3.2.1 Prueba de almacenamiento:** En este método las muestras se almacenan a una temperatura constante y son expuestas a variaciones naturales de luz y oscuridad. Las muestras son analizadas a intervalos que dependen de la naturaleza de la materia a estudiar. Se efectúa una evaluación organoléptica por expertos que las descartan si ya están oxidadas.

**3.3.2.2 Prueba de almacenamiento en horno:** Se describe como una prueba acelerada en la que las muestras se someten a una temperatura constante de 145°F (62.8°C) hasta que la primera evidencia de rancidez puede ser detectada organolépticamente por un panel de expertos.

Cuando los materiales a probar son volátiles se deben de utilizar temperaturas menores como 85°F (29.4°C) o 100°F (37.8°C).

**3.3.2.3 Método de oxígeno activo:** Esta es una prueba acelerada basada en la exposición de la grasa o aceite a 208°F (97.8°C) bajo un flujo constante de aire, midiendo periódicamente el peróxido formado. Usualmente las grasas animales con un contenido de peróxido de 20 miliequivalentes y los aceites vegetales con 70 miliequivalentes son considerados como rancios. El número de horas que se necesitan para lograr estos valores se reporta como el valor AOM del material en estudio.

**3.3.2.4 Prueba de la bomba de oxígeno:** Esta es una prueba que provee de resultados rápidos acerca de la estabilidad tanto de productos como de grasas y aceites. Es un método acelerado en el cual las muestras se someten a condiciones controladas de oxígeno, presión, temperatura, etc., que permiten medir la absorción de oxígeno durante cierto período de tiempo (5).

**3.3.3 BUTILHIDROXITOLUENO:** Ampliamente utilizado solo o en asociación con Butilhidroxianisol (BHA) y otros antioxidantes. No existe en la naturaleza. La toxicidad es muy parecida a la del BHA al usarse en la industria. Los expertos de FAO/OMS establecen como dosis aceptable para el hombre 0.5mg/kg de peso corporal (6).

Clasificación química: fenoles

Fórmula cuantitativa: C<sub>15</sub> H<sub>24</sub> O

Peso molecular: 220.34

Descripción: Cristales sólidos blancos e incoloros con olor característico.

Nombre químico: 2,6- di- ter – butil – 4 - metil – fenol

Sinónimos: BHT, 2,6- di- ter – butil – p – cresol

Punto de ebullición: 265 °C a 760 mm Hg.

190 °C a 100 mm Hg.

Punto de fusión: 70 °C

Nivel máximo: 0.1%.

Usos: antioxidante en cosméticos y alimentos para prevenir la rancidez de grasas y aceites.

Incompatibilidades: Es incompatible con trazas de metales, pues causan decoloración y disminución de la actividad. Es incompatible con agentes oxidantes y sales férricas. Puede causar reacciones características de compuestos fenólicos por la presencia de este grupo en su estructura (7).

### **3.4 EXTRACTOS BOTÁNICOS**

En la práctica de extracción para materiales de origen botánico, los constituyentes de interés son completamente o parcialmente separados de otros componentes con la ayuda de agua, alcohol, mezclas de alcohol-agua, u otros solventes adecuados. Este proceso de extracción incluye la extracción de los constituyentes deseados de la planta con una disolución adecuada, evaporación de todo o casi todo el solvente, y el ajuste de los fluidos residuales, masas, o polvos a los estándares prescritos. Los extractos se deben sujetar a procesos que incrementen el contenido de los constituyentes caracterizados, disminuir el contenido de constituyentes indeseados, o ambos. Los extractos se pueden definir como preparaciones de consistencia líquida, sólida o semisólida. Los productos obtenidos son extractos fluidos, extractos en forma de polvo o extractos semisólidos.

### 3.4.1 Métodos de extracción

**3.4.1.1 Percolación:** En la manufactura de los extractos, la percolación es muy utilizada.

El material crudo a extraer se reduce a un tamaño de partícula adecuado si es necesario, después se mezcla con un solvente específico y se deja en reposo cerca de 15 minutos, la mezcla se transfiere a un percolador y se agrega una cantidad suficiente del solvente específico para cubrir completamente la materia sólida. La mezcla se deja percolando lentamente (a un rango de 10 ml por minuto para 1000g de materia), la materia siempre debe estar cubierta por una capa de solvente. El residuo se presiona, y el fluido obtenido se combina y se concentra generalmente por destilación a presión reducida, para someter lo menos posible las materias a calor.

**3.4.1.2 Maceración:** El material crudo se reduce a un tamaño adecuado, se mezcla con el solvente de extracción específico y se deja en reposo a temperatura ambiente, en un contenedor cerrado, durante un tiempo apropiado y con agitación frecuente hasta que la materia soluble se haya disuelto. La mezcla se filtra y el material se lava con el mismo solvente de maceración. Los filtrados se combinan y se concentran a la consistencia deseada (8).

## 3.5 ROMERO (*Rosmarinus officinalis*)

### 3.5.1 Descripción botánica de la planta

Nombre botánico: *Rosmarinus officinalis* L.

Nombre común: Romero

Reino: Vegetal

Subreino: Embryobionta

Division: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae (Labiatae)

Genero: Rosmarinus L.

Especie: Rosmarinus officinalis L. (9).

Familia lamiaceae: Familia con gran número de formas. Plantas herbáceas o arbustos de tallos tetragonales y hojas decusadas. Flores en cimas axilares que forman inflorescencias compuestas de aspecto diverso. El fruto se descompone en cuatro micelios monospermas. Falta de tejido nutricio o es muy escaso. Se caracteriza por su riqueza en aceites esenciales que segregan por debajo de la cutícula unos pelos globulíferos (10).

Arbusto aromático, siempre verde, hasta 1.2 m. de alto, tallo erecto, ramas numerosas, corteza exfoliante, finamente puberulenta. Hojas sésiles, opuestas, verdes, numerosas, lanosas, obtusas, glandulares, 1-3 cm de largo, casi cilíndricas, dobladas hacia adentro. Flores fragantes de 10 – 12 mm de largo en pequeños grupos terminales; cáliz bilabiado, color violeta, estilo largo. Fruto ovalado dividido en 4 secciones.

**3.5.2 Hábitat:** Nativo de la cuenca mediterránea del sur de Europa, hasta 1,500 metros sobre el nivel del mar en lugares abrigados, se cultiva comercialmente en Europa y Norte América en clima templado y templado – cálido. Introducido en toda América en clima templado y seco en alturas variables. En Guatemala se cultiva en varios departamentos, particularmente en el altiplano central y norte del país.

**3.5.3 Farmacología experimental:** La planta contiene importantes cantidades de ácido rosmarínico (2.5%) y derivados hidroxicinámicos totales (3.5%), los cuales son responsables de su actividad antioxidante. La lactona rosmanol es un antioxidante y el aceite rosmarínico es un antioxidante y antiinflamatorio.

**3.5.4 Farmacognosia:** Contiene aceite esencial (1 – 2%) de densidad 0.894 – 0.913, índice de refracción 1.466 – 1.468, rotación óptica + 0°43' a +13°10', ésteres como acetato de bornilo 1 – 7%, alcoholes totales como borneol 8.4 – 14.3%. Tópicamente se le atribuye propiedad antiséptica, antiparasitaria, antirreumática, analgésica, cicatrizante y estimulante del cuero cabelludo. Los diterpenoides amargos (carnosol o picrosalvina, rosmanol, rosmodial) contribuyen a las propiedades biológicas. El ácido rosmarínico tiene actividad antibacteriana, antiviral, antiinflamatoria y antioxidante.

**3.5.5 Usos populares:** Las ramas frescas y secas son aromáticas, se usan ampliamente para aromatizar diversos platillos, bouquets, arreglos florales, etc. Los productos industriales a base del aceite se usan en perfumería, jabonería, cosmética, aromatizante de ambiente, detergentes e insecticidas (11).

**3.5.6 Características y evaluación del extracto fluido:**

DESCRIPCION	ESPECIFICACIONES
<b>Descripción</b>	Líquido oscuro, móvil, fluido, aparentemente libre de partículas
<b>Color</b>	Café oscuro
<b>Olor</b>	Dulce, herbal a especias
<b>Sabor</b>	Amargo, alcohólico y picante
<b>PH</b>	6.0 – 7.0
<b>Densidad</b>	0.889 – 1.086 g/ml
<b>Microbiológico</b>	

- <b>Bacteria</b>	< 100 ufc/g
- <b>Hongos</b>	< 100 ufc/g
- <b>Patógenos</b>	Ausentes

Fuente: Certificado de análisis del extracto de Romero ( Rosmarinus officinalis).  
2005 . LIPO Chemicals (12).

### 3.6 MATERIAS PRIMAS A EVALUAR

#### 3.6.1 Manteca de cacao

**3.6.1.1 Información general:** Es un material sólido blanco o amarillento, que se obtiene de semillas tostadas de Theobroma cacao. La manteca de cacao puede usarse como un ingrediente activo en productos farmacéuticos OTC. Cuando se usa como un ingrediente activo, es necesario establecer el nombre de manteca de cacao.

**3.6.1.2 Clasificación química:** grasas y aceites.

**3.6.1.3 Funciones:** agente acondicionador de la piel, oclusivo, emoliente y solvente.

**3.6.1.4 Categorías de productos:** productos para cuerpo y manos, humectantes, bases de maquillaje, geles bronceadores, cremas, líquidos, productos limpiadores (cold creams), lociones limpiadoras, productos para la cara y cuello (excluyen los productos para afeitar), productos para el cuidado de la piel, productos para cuidado nocturno de la piel (cremas de noche), productos para bronceado, lápices labiales, aceites de baño. Detergentes y jabón de baño, depiladores.



**3.6.1.5 Propiedades físicas:** Punto de fusión: 31 – 34 °C, densidad: 0.858 – 0.864, Índice de refracción: 1.454 – 1.459 a 40 °C. Solubilidad: libremente soluble en cloroformo, éter y petróleo; soluble en etanol caliente, ligeramente soluble en etanol al 95%.

**3.6.1.6 Estabilidad y condiciones de almacenamiento:** Al calentar la manteca de cacao arriba de 36°C durante la preparación de supositorios, puede resultar en una apreciable disminución del punto de solidificación, hasta la formación de estados metaestables; esto puede conducir a dificultades en la colocación del supositorio. La manteca de cacao debe almacenarse a una temperatura no mayor de 25°C.

**3.6.1.7 Comentarios:** La manteca de cacao es una grasa de origen natural, se utiliza como base en supositorios. Está compuesta por una mezcla de triglicéridos de ácidos grasos saturados e insaturados. Respecto a los ácidos grasos insaturados están situados preferiblemente sobre la posición 2 del glicérido. La manteca de cacao es también el ingrediente mayoritario del chocolate.

**3.6.1.8 Constituyentes:** químicamente es una mezcla de estearina, palmitina, oleína, laurina, linoleína y trazas de otros glicéridos (13).

### **3.6.2 Lanolina anhidra**

**3.6.2.1 Información general:** La Farmacopea de los Estados Unidos (USP 24), describe la lanolina como una sustancia purificada de consistencia serosa, obtenida de la piel de las ovejas *Ovis aries*, la cual ha sido limpiada, decolorada

y deodorizada. Contiene no más que 0.25% en peso de agua y puede contener 0.02% en peso de un antioxidante apropiado. La Farmacopea Europea especifica arriba de 200 ppm de BHT como antioxidante. La lanolina es de un color amarillo pálido, untuosa, serosa y olor característico. Cuando se ha fundido es transparente o algunas veces como líquido amarillo.

**3.6.2.2 Clasificación química:** Lanolina y derivados.

**3.6.2.3 Funciones:** estabilizador de emulsiones, agente acondicionador del cabello, agente acondicionador de la piel, emoliente.

**3.6.2.4 Categorías de productos reportados:** lápices labiales, productos para cuerpo y manos, humectantes, productos limpiadores (cold creams), lociones limpiadoras, tónicos y otros productos para el cuidado del cabello, rubores, productos para el cuidado de la piel, productos para cuidado nocturno de la piel (cremas de noche), lápices delineadores de ojos, productos para la cara y el cuello (excluye productos para afeitarse), sombras de ojos, mascarillas, polvos faciales, maquillaje, geles bronceadores detergentes y jabón de baño.

**3.6.2.5 Propiedades físicas:** temperatura de autoignición: 445°C, punto de fusión: 38 - 44 °C, densidad: 0.932 – 0.945 g/cc a 15°C, índice de refracción: nD 40: 1.478 – 1.482; punto de ignición: 238°C. Solubilidad: libremente soluble en benceno, cloroformo, éter y petróleo; ligeramente soluble en etanol frío al 95%, la solubilidad aumenta en alcohol hirviendo, prácticamente insoluble en agua, pero se

mezcla homogéneamente con más o menos dos veces su peso de agua.

**3.6.2.6 Estabilidad y condiciones de almacenamiento:** La lanolina puede sufrir gradualmente autooxidación, durante el almacenamiento. Para inhibir este proceso la inclusión de butil hidroxitolueno es permitida como antioxidante.

Exposición excesiva al calor prolongado, puede causar en la lanolina anhidra un oscurecimiento en color y el desarrollo de un fuerte olor a rancio. No obstante, la lanolina puede ser esterilizada por calor seco a 150°C. Ungüentos oftálmicos estériles contienen lanolina que fue esterilizada por filtración o exposición a irradiación gamma. La lanolina debe almacenarse en recipientes bien cerrados y llenos, protegidos de la luz, en un lugar frío y seco. La vida normal de almacenamiento es de dos años.

**3.6.2.7 Comentarios:** Desde que la lanolina es un producto natural obtenido de varias regiones geográficas, sus características físicas como color, consistencia, índice de yodo, índice de saponificación y el índice de hidroxilos puede variar según cada región. Consecuentemente, las formulaciones conteniendo lanolina de diferentes regiones pueden en algunas ocasiones exhibir diferentes propiedades físicas.

Existen diferentes materias primas de lanolina purificada a nivel comercial. Estas poseen varios grados de refinamiento o diferentes características para producir grados hipoalergénicos o grados con bajo contenido de pesticidas. Varios derivados de lanolina están siendo comercializados, con propiedades similares. Entre ellos se incluyen: lanolina acetilada, lanolina etoxilada (soluble en

agua), lanolina hidrogenada, lanolina líquida, lanolina soluble en agua.

**3.6.2.8 Composición:** Contiene los esteroides colesterol y oxicolesterol, así como triterpeno y alcoholes alifáticos. Alrededor del 7% de los alcoholes se encuentra en estado libre, y los restantes están presentes como ésteres de los siguientes ácidos grasos: carnaúbcico, cerótico, lanocérico, lanopalmítico, mirístico y palmítico. Los alcoholes de lanolina constituyen aproximadamente la mitad del producto y comprende colesterol (30%), colestanol (dihidrocolesterol 3%), lanosterol (25%), agnosterol (2%) y otros diferentes alcoholes (40%).

Consiste principalmente en ésteres neutrales, ácidos grasos libres y alcoholes libres, no contiene glicerol, aunque químicamente es una cera, pero no se le relata como una grasa animal. Los ácidos grasos que se conocen en la lanolina son de cuatro tipos: ácidos normales, alfa – hidroxí ácidos, ácidos iso con siete carbonos, ácidos anteiso, con raros números de carbono (14).

### **3.6.3 Maleato de aceite de soya**

**3.6.3.1 Definición:** el maleato de aceite de soya es un aceite de soya modificado en el cual algunas insaturaciones han sido convertidas en ácido dicarboxílico cíclico (15).

**3.6.3.2 Descripción:** Su nombre comercial es Ceraphyl GA –D.

Su apariencia es un líquido amarillo ámbar de consistencia viscosa y posee un olor característico. Ceraphyl GA – D es un humectante avanzado, que funciona al reducir la sequedad excesiva en las capas

exteriores de la piel. Se ha demostrado que inhibe la pérdida de agua transepidérmica, al prevenir la cristalización de los lípidos. Al parecer también incrementa la efectividad de los protectores solares y promueve la receptividad de las células de la piel a antioxidantes como vitamina A,C y E (16).

**3.6.3.3 Aplicaciones:** cuidado de la piel, cuidados frente al sol, productos de limpieza, cuidados del cabello, maquillaje (17).

### **3.6.4 Aceite de girasol**

**3.6.4.1 Descripción:** Es el aceite extraído de las pipas o semillas de girasol y debe ser un aceite extraído en frío y de primera presión para que mantenga sus extraordinarias propiedades. La cualidad más importante de este aceite (si es de primera presión en frío y tomado en crudo) es su alto contenido en vitamina E y en ácidos grasos no saturados los cuales para el humano son esenciales, ya que no los puede producir. La vitamina E es un antioxidante natural que contribuye a evitar la oxidación de las células del organismo.

**3.6.4.2 Composición:** 64 % de ácidos grasos monoinsaturados, 23% de ácidos poliinsaturados, 12% de ácidos saturados, 50-65 % de ácido linoléico, 15 al 20 % de ácido oleico. Es utilizado en productos alimenticios, cosméticos y formulaciones farmacéuticas tópicas. Generalmente se le reconoce como un material no tóxico y no irritante (18).

### **3.7 ESTUDIOS PREVIOS**

#### **3.7.1 PAN L.G., TIRONI V.A.\*, TOMÁS M.C. y AÑÓN M.C. 2004:**

Evaluaron la actividad antioxidante del extracto de romero y de las lecitinas de girasol sobre aceite de girasol refinado, analizando además posibles interacciones entre ambos compuestos. La estabilidad oxidativa fue determinada mediante el método de Rancimat a 98°C y 120°C, con un flujo de aire de 20 L/h, obteniéndose los parámetros tiempo de inducción ( $t_i$ ) y variación de conductividad ( $\Delta K$ ) a 16 y 8 h, respectivamente. En conclusión, tanto el extracto de romero como las lecitinas de girasol presentaron efectos antioxidantes a las temperaturas ensayadas, siendo más significativo para el extracto de romero (19).

#### **3.7.2 Masson Lilia, Robert Paz, Et al. 2004:**

Estudiaron la acción antioxidante de dos extractos de romero, uno orgánico obtenido por secado spray y otro comercial, ambos liposolubles, sobre la estabilidad oxidativa de 5 materias grasas de diferente insaturación: aceite de rosa mosqueta, de salmón, de emú, manteca de cerdo y grasa de vacuno.

Se emplearon dos concentraciones de ambos extractos de romero 0.1 y 0.2% para la determinación de la estabilidad oxidativa de las materias grasas en estudio, que se realizó a 110°C método Oil Stability Index (OSI) en el equipo Rancimat.

Finalmente se comparó el poder antioxidante a igual concentración de polifenoles totales para ambos extractos, obteniéndose mejores tiempos de inducción para el extracto de romero comercial (20).

**3.7.3 PROF. VIJAI K.S. SHUKLA AND KAUSTUV BHATTACHARYA. 2003 :**

Describen que el efecto antioxidante del extracto de Romero proviene del carnosol y ácido rosmarínico. Concluyen que aumenta el período de inducción de la autooxidación por lo que brinda una estabilidad más prolongada (21).

**3.7.4 Torres Cardona, Noé Fernando (Noviembre 2002):**

Validó una metodología analítica para determinar la capacidad autooxidativa de materias primas utilizadas en fase oleosa de emulsiones cosméticas, utilizando manteca de cacao, lanolina anhidra, ácido estéarico triple prensado y monoestearato de glicerilo.

La metodología implica la exposición de las grasas a condiciones que pueden acelerar su oxidación como la temperatura, exposición al aire y a la luz. Finalmente recomienda que puede aplicarse en la evaluación de antioxidantes (22).

#### 4. JUSTIFICACIÓN

El aspecto, color y olor son factores importantes por los que un consumidor juzga un producto cosmético, desafortunadamente estos factores son deteriorados por la oxidación de grasas, aceites, animales y vegetales; que son utilizadas ampliamente en las preparaciones cosméticas.

Los químicos utilizados en infinidad de cosméticos, son sintéticos (sustancias no naturales), nuestro organismo no las reconoce y pueden producir infinidad de respuestas del sistema inmune. Una de ellas es la alergia a los cosméticos.

Debido a lo necesario que es encontrar un antioxidante que sea efectivo, natural y de bajo costo, es importante evaluar y comprobar la capacidad antioxidante que posee el extracto de Romero (*Rosmarinus officinalis*), mediante una metodología validada que permite así mismo compararlo contra un antioxidante sintético como el BHT. Con lo anterior será posible aprovechar los beneficios que se derivan de plantas, especialmente las que pueden ser cultivadas en nuestro país.



## 5. OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVOS GENERALES

5.1.1 Evaluar la capacidad antioxidante del extracto de Romero (*Rosmarinus officinalis*) en grasas, utilizadas como materia prima de emulsiones cosméticas.

5.1.2 Contribuir al estudio de las plantas en Guatemala.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

5.2.1 Determinar el efecto antioxidante del extracto de Romero (*Rosmarinus officinalis*) en aceite de girasol, maleato de aceite de soya, lanolina y manteca de cacao; utilizadas en fase oleosa de emulsiones cosméticas.

5.2.2 Comparar el efecto antioxidante del Romero (*Rosmarinus officinalis*) a una concentración de 0.1% con respecto al efecto del BHT.

5.2.3 Comparar el efecto antioxidante del Romero (*Rosmarinus officinalis*) a una concentración de 0.2% con respecto al efecto del BHT.

## 6. HIPÓTESIS

**6.1** El extracto de Romero (Rosmarinus officinalis) a una concentración de 0.1%, ejerce un efecto antioxidante en el aceite de girasol, maleato de aceite de soya, lanolina y manteca de cacao; utilizadas en fase oleosa de emulsiones cosméticas.

**6.2** El extracto de Romero (Rosmarinus officinalis) a una concentración de 0.2%, ejerce un efecto antioxidante en el aceite de girasol, maleato de aceite de soya, lanolina y manteca de cacao; utilizadas en fase oleosa de emulsiones cosméticas.

## 7. MATERIALES Y MÉTODOS

### 7.1 UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA

**7.1.1 Universo:** Grasas y aceites comerciales, utilizados como materias primas de cosméticos y susceptibles a sufrir reacciones de autooxidación.

#### 7.1.2 Muestra

	Lanolina				Manteca de cacao				Aceite de girasol				Maleato de aceite de soya			
37°C	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4
45°C	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4
Luz solar	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4
Aire	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4

X1: Extracto de Romero 0.1%

X2: Extracto de Romero 0.2%

X3: BHT al 0.02%.

X4: Blanco

Cada muestra equivale a 40 gramos de la materia prima respectiva.

### 7.2 MEDIOS

#### 7.2.1 Recursos humanos

- Autora: Br. Keila Teresa Valle Juárez
- Asesor: Lic. Fidel León Lemus
- Co-Asesora: Licda. Smirna Velásquez
- Co-Asesora: Licda Geraldina de Samayoa

#### 7.2.2 Recursos institucionales

- Laboratorios Laprin, S.A.

- Departamento de Farmacia Industrial. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- LIPO Chemicals.
- -Biblioteca De la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **7.2.3. Recursos materiales**

#### **7.2.3.1 Equipo**

- Termómetro
- Balanza analítica
- Piseta
- Horno a 37°C
- Horno a 45°C
- Espátula
- Baño maría
- Estufa eléctrica
- Refrigeradora

#### **7.2.3.2 Reactivos y materias primas a utilizar**

- Lanolina anhidra (USP)
- Manteca de cacao (USP)
- Aceite de girasol (grado cosmético)
- Maleato de aceite de soya (grado cosmético)
- Solución Acido acético:cloroformo (3:2)
- Solución de Almidón al 1%.
- Solución de Ioduro potásico
- Solución volumétrica de Tiosulfato sódico 0.01N
- Agua destilada

#### **7.2.3.3 Cristalería**

- Beakers de 250 ml

- Erlenmeyer de 250 ml
- Balón aforado de 1000ml
- Probeta de 10ml y de 100ml
- Pipeta volumétrica
- Bureta volumétrica de 10ml y 25ml
- Varilla de agitación

## **7.3 MÉTODOS**

### **7.3.1 Autooxidación**

- Pesar cuarenta gramos de muestra en un recipiente hermético, colocarlo en horno a 37°C, realizar el mismo procedimiento para horno a 45°C, y para la materia prima que se expone al sol y aire.
- Pesar el equivalente a cinco gramos de analito y determinar el valor de peróxido.
- Cerrar el recipiente hermético en donde se encuentra la muestra y colocar nuevamente en los hornos o expuestos al sol y aire. Cada siete días se determina el índice de peróxidos, hasta obtener valores de índice de peróxido mayores a veinte miliequivalentes para ácidos grasos de origen animal o mayores de setenta miliequivalentes para ácidos grasos de origen vegetal.
- En cada tiempo de análisis se realiza por triplicado la determinación de peróxidos.

### **7.3.2 Determinación del índice de peróxidos**

El índice de peróxido es el número que expresa en miliequivalentes de oxígeno activo, la cantidad de peróxido contenido en mil gramos de muestra.

- Pesar con exactitud una cantidad aproximada a 5.0 gramos de la muestra, transferirlos a un matraz yodométrico de 250 mililitros.
- Adicionar 30 mililitros de una mezcla de 3 volúmenes de ácido acético glacial y 2 volúmenes de cloroformo, agitar hasta

disolución y adicionar 0.5 mililitros de solución saturada de yoduro de potasio.

- Tapar el matraz y dejar reposar la mezcla por un minuto exactamente, en la oscuridad o protegido de la luz y agitar de vez en cuando.
- Adicionar 30 mililitros de agua y titular gradualmente con solución de 0.01 M de Tiosulfato de Sodio con agitación vigorosa y continuar hasta que casi desaparezca el color amarillo, adicionar 0.5 mililitros de solución indicadora de almidón y continuar la titulación, agitando vigorosamente hasta que desaparezca el color azul. Correr un blanco de reactivos.

- Calcular el índice de Peróxido por medio de la fórmula siguiente:

$$\text{Índice de peróxido} = 1000M [(a-b)/m]$$

En donde, **a** son los mililitros de solución de tiosulfato de sodio gastados en la titulación de la muestra; **b**, son los mililitros de solución de tiosulfato de sodio gastados en la titulación del blanco; **M** es la molaridad de la solución de tiosulfato de sodio; 1000, es la referencia a 1000 g de muestra; **m**, es el peso en gramos de la muestra.

## 7.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 7.4.1 Diseño metodológico: Experimental

**7.4.2 Diseño de muestreo:** cuatro materias primas (aceite de girasol, maleato de aceite de soya, lanolina y manteca de cacao) expuestas a las siguientes condiciones: 37°C, 45°C, luz solar, aire. Cada materia prima se divide en cuatro tratamientos: 0.1% de extracto de romero, 0.2% de extracto de romero, BHT 0.02% y un blanco.

### 7.4.3 Variables

Variables extrañas  
Control de los factores que pueden influir en la relación directa entre la variable independiente y dependiente.

Variables independientes  Variable dependiente

	Concepto	Definición conceptual	Definición operacional
<b>Variable dependiente</b>	% de peróxidos	Número que expresa en miliequivalentes de oxígeno activo, la cantidad de peróxido contenido en mil gramos de muestra.	Determinado por medio de una titulación con Tiosulfato de Sodio 0.01 M. Calculado por la fórmula: Índice de peróxido= $1000M [(a-b)/m]$ En donde, <b>a</b> son los mililitros de solución de tiosulfato de sodio gastados en la titulación de la muestra; <b>b</b> , son los mililitros de solución de tiosulfato de sodio gastados en la titulación del blanco; <b>M</b> es la molaridad de la solución de tiosulfato de sodio; 1000, es la referencia a 1000 g de muestra; <b>m</b> , es el peso en g. de la muestra.

<b>Variable independiente</b>	Presencia de extracto de Romero a 0.1%	Sustancia extraída de las hojas de <u>Rosmarinus officinalis</u> en un aceite vegetal neutro y estable. Se aplica al 0.1%	Adición 0.1g de extracto de romero por cada 100g de muestra
	Presencia de extracto de Romero a 0.2%	Sustancia extraída de las hojas de <u>Rosmarinus officinalis</u> en un aceite vegetal neutro y estable. Se aplica al 0.2%	Adición de 0.2g de extracto de romero por cada 100g de muestra
	Control positivo (BHT)	Antioxidante sintético de acción comprobada y ampliamente utilizado en la industria cosmética.	Adición de BHT al 0.02%.
	Control negativo (Blanco)	Materia prima bajo las mismas condiciones a evaluar pero con ningún tratamiento.	Sin adición de antioxidantes
<b>Variables extrañas</b>	Temperatura 37°C	Nivel térmico de un cuerpo o sustancia, medido en grados centígrados.	Se colocan las muestras en un horno a 37°C con temperatura controlada.



	Temperatura 45°C	Nivel térmico de un cuerpo o sustancia, medido en grados centígrados.	Se colocan las muestras en un horno a 45°C con temperatura controlada.
	Exposición a la luz	Cualquiera de las radiaciones del espectro solar.	Se colocan las muestras bajo la luz solar directa.
	Exposición al aire	Mezcla de gases que constituyen la atmósfera. Constituido por nitrógeno, oxígeno, argón y anhídrido carbónico.	Se colocan las muestras en un ambiente con flujo controlado de aire.

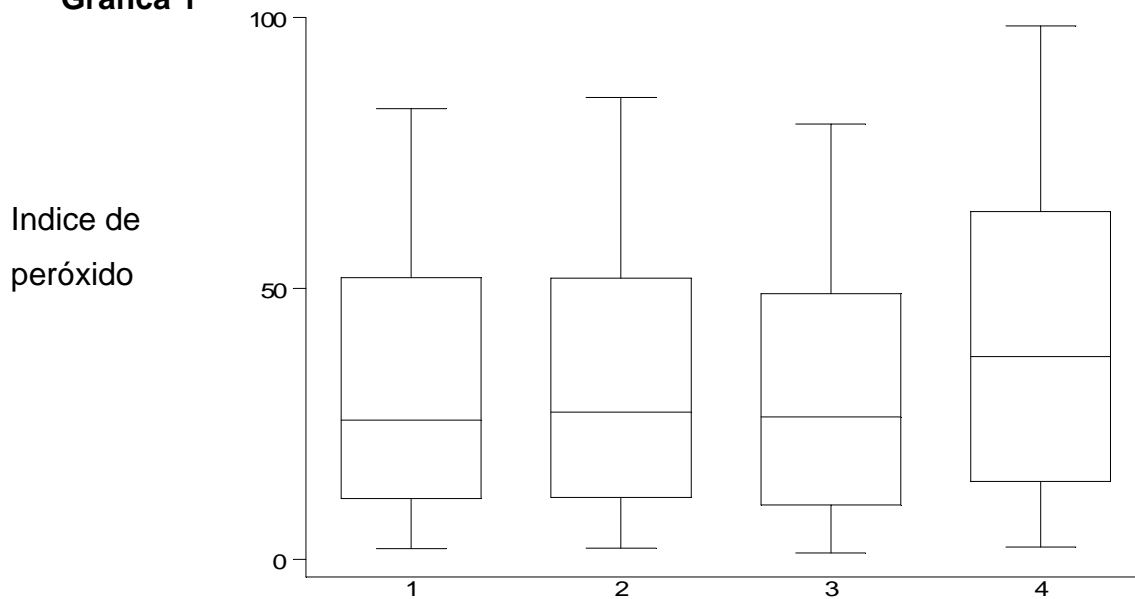
#### 7.4.4 Análisis de resultados:

Análisis factorial.

## 8. RESULTADOS

### 8.1 Aceite de Girasol

Gráfica 1



1= 0.1% EXTRACTO DE ROMERO  
 2= 0.2% EXTRACTO DE ROMERO  
 3= BHT 0.02%,  
 4= BLANCO.

Número de observaciones = 384 R-cuadrada = 0.9149

Fuente	Parcial SS	df	MS	F	Prob > F
Modelo	232986.025	24	9707.75103	160.90	0.0000
tratamiento	5364.45218	3	1788.15073	29.64	0.0000
temperatura	43881.0446	3	14627.0149	242.44	0.0000
semana	219804.154	9	24422.6838	404.80	0.0000
trat*temp	260.047489	9	28.8941654	0.48	0.8887
Residual	21659.4554	359	60.3327449		
Total	254645.48	383	664.870705		

Parcial SS: Suma parcial de cuadrados.

df: Grados de libertad.

MS: Cuadrado promedio.

F: Valor que se calcula considerando la varianza dentro de cada grupo y entre los grupos.

Probabilidad > F: Valor que demuestra si existe igualdad o diferencia significativa.

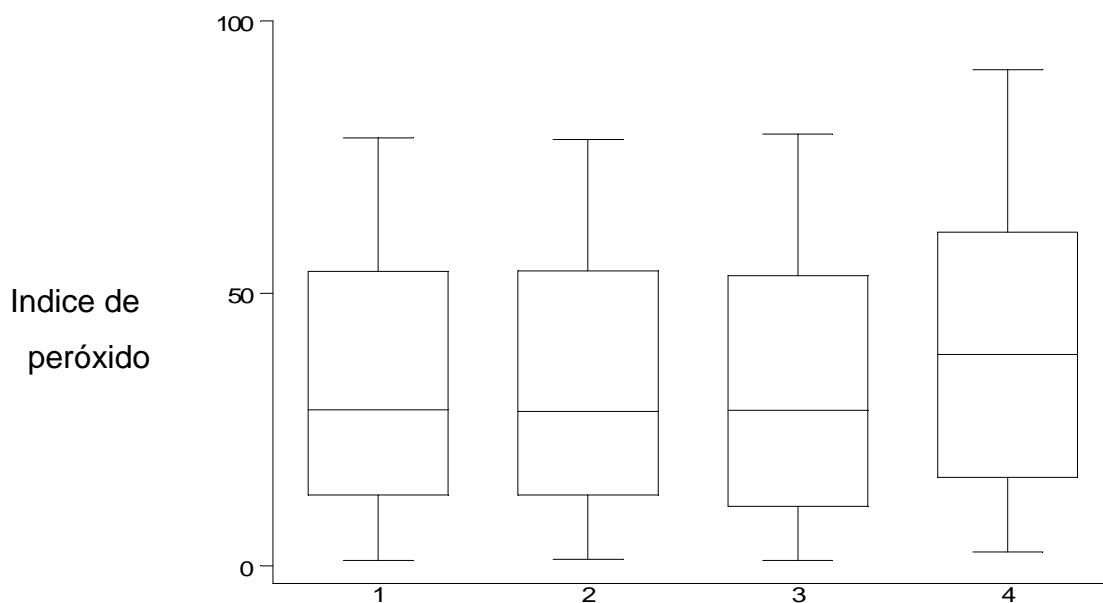
Tratamiento: Tratamientos aplicados.

Temperatura: Condiciones a las que fueron expuestas las muestras.

Tratamiento \*temperatura: Entrecruzamiento de tratamientos y temperatura.

## 8.2 Maleato de aceite de soya

Gráfica 2



1= 0.1% EXTRACTO DE ROMERO  
 2= 0.2% EXTRACTO DE ROMERO  
 3= BHT 0.02%,  
 4= BLANCO.

Número de observaciones = 396 R-cuadrada = 0.9504

Fuente	Parcial SS	df	MS	F	Prob > F
Modelo	239189.356	24	9966.22317	296.17	0.0000
tratamiento	3922.5145	3	1307.50483	38.86	0.0000
temperatura	11477.1445	3	3825.71483	113.69	0.0000
semana	230214.397	9	25579.3774	760.16	0.0000
trat*temp	251.714717	9	27.9683019	0.83	0.5877
Residual	12484.0784	371	33.649807		
Total	251673.435	395	637.147936		

Parcial SS: Suma parcial de cuadrados

df: Grados de libertad

MS: Cuadrado promedio

F: Valor que se calcula considerando la varianza dentro de cada grupo y entre los grupos.

Probabilidad > F: Valor que demuestra si existe igualdad o diferencia significativa.

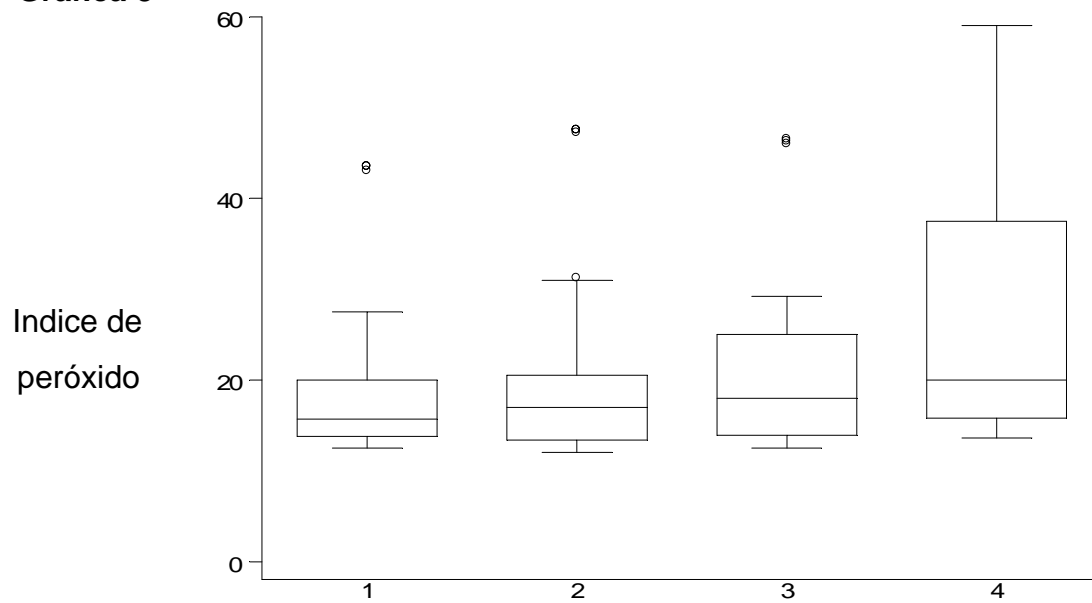
Tratamiento: Tratamientos aplicados.

Temperatura: Condiciones a las que fueron expuestas las muestras.

Tratamiento \*temperatura: Entrecruzamiento de tratamientos y temperatura.

### 8.3 Lanolina

Gráfica 3



1= 0.1% EXTRACTO DE ROMERO  
 2= 0.2% EXTRACTO DE ROMERO  
 3= BHT 0.02%,  
 4= BLANCO.

Número de observaciones = 132 R-cuadrada = 0.7470

Fuente	Parcial SS	df	MS	F	Prob > F
Modelo	12538.8958	18	696.605322	18.53	0.0000
tratamiento	1922.93402	3	640.978007	17.05	0.0000
temperatura	8961.66961	3	2987.2232	79.47	0.0000
semana	3996.26917	3	1332.08972	35.44	0.0000
trat*temp	445.195551	9	49.4661724	1.32	0.2364
Residual	4247.68661	113	37.590147		
Total	16786.5824	131	128.14185		

Parcial SS: Suma parcial de cuadrados

df: Grados de libertad

MS: Cuadrado promedio

F: Valor que se calcula considerando la varianza dentro de cada grupo y entre los grupos.

Probabilidad > F: Valor que demuestra si existe igualdad o diferencia significativa.

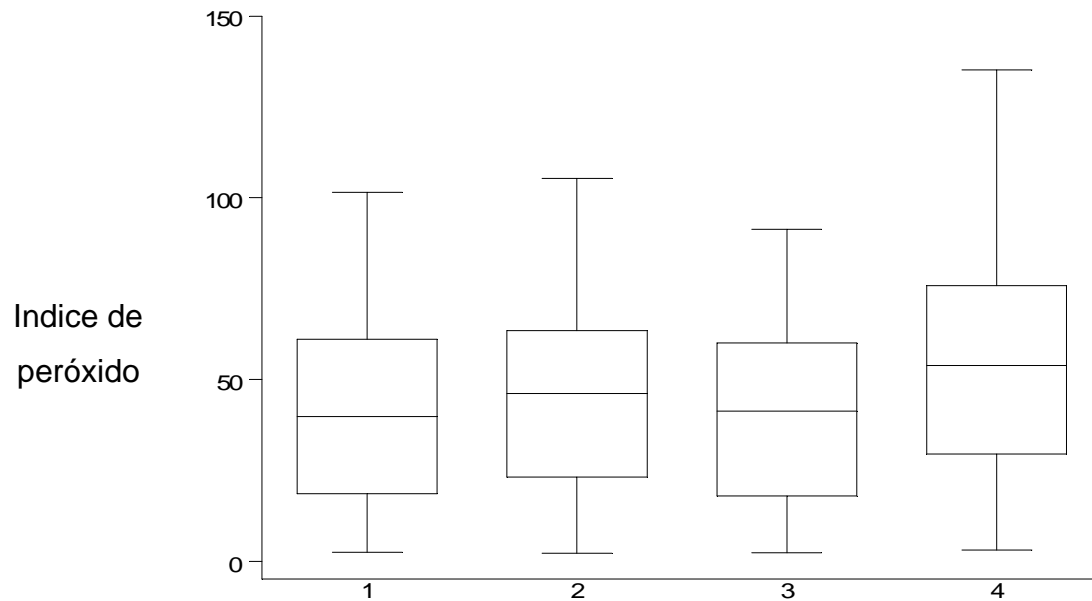
Tratamiento: Tratamientos aplicados.

Temperatura: Condiciones a las que fueron expuestas las muestras.

Tratamiento \*temperatura: Entrecruzamiento de tratamientos y temperatura.

## 8.4 Manteca de cacao

Gráfica 4



1= 0.1% EXTRACTO DE ROMERO  
 2= 0.2% EXTRACTO DE ROMERO  
 3= BHT 0.02%,  
 4= BLANCO.

Número de observaciones = 276      R-cuadrada = 0.9512

Fuente	Parcial SS	df	MS	F	Prob > F
Modelo	217476.824	21	10356.0393	235.78	0.0000
tratamiento	6279.14068	3	2093.04689	47.65	0.0000
temperatura	52796.4927	3	17598.8309	400.68	0.0000
semana	186791.648	6	31131.9413	708.79	0.0000
trat*temp	776.639721	9	86.2933023	1.96	0.0538
Residual	11156.284	254	43.9223778		
Total	228633.108	275	831.393121		

Parcial SS: Suma parcial de cuadrados

df: Grados de libertad

MS: Cuadrado promedio

F: Valor que se calcula considerando la varianza dentro de cada grupo y entre los grupos.

Probabilidad > F: Valor que demuestra si existe igualdad o diferencia significativa.

Tratamiento: Tratamientos aplicados.

Temperatura: Condiciones a las que fueron expuestas las muestras.

Tratamiento \*temperatura: Entrecruzamiento de tratamientos y temperatura.

## 9. DISCUSION DE RESULTADOS

Mediante la evaluación de la capacidad antioxidante del extracto de romero (*rosmarinus officinalis*) en aceite de girasol, maleato de aceite de soya, lanolina y manteca de cacao se obtienen resultados que demuestran un efecto antioxidante significativo a diferentes condiciones y durante diferentes períodos de tiempo.

Los resultados en general nos permiten afirmar la hipótesis de que el extracto de romero (*Rosmarinus officinalis*) a una concentración de 0.1% y 0.2% ejerce un efecto antioxidante en las materias primas ensayadas.

En todas las materias en estudio se evidenció el proceso de autooxidación por un aumento en el índice de peróxidos; como se observa en las gráficas de resultados, este índice va en aumento durante el tiempo y nos permite diferenciar el efecto de cada uno de los tratamientos (extracto de romero al 0.1%, extracto de romero al 0.2%, BHT al 0.02% y blanco).

En la gráfica No. 1, que corresponde al aceite de girasol observamos que el extracto al 0.1% tiene un efecto antioxidante similar al del BHT y ambos tienen un efecto mayor que el extracto al 0.2%. Se observa significativamente que el blanco tiene valores de índice de peróxido más elevados, por lo que se demuestra que el uso de antioxidantes beneficia la estabilidad oxidativa del aceite de girasol.

Según el número de semanas que el aceite de girasol tardó en llegar a su límite de índice de peróxido, en las cuatro condiciones, podemos decir que dicho aceite es bastante estable comparado con el maleato de aceite de soya, la lanolina y la manteca de cacao, posiblemente por el contenido de vitamina E que encontramos en este aceite.

Según la gráfica No. 2, podemos afirmar que el extracto de romero al 0.1%, el extracto de romero al 0.2% y el BHT al 0.02% poseen el mismo efecto

antioxidante sobre el maleato de aceite de soya, ya que los tres demuestran una diferencia significativa con respecto al blanco.

Con respecto a la lanolina observamos que el efecto antioxidante del extracto de romero al 0.1% es mayor que el del extracto de romero al 0.2% y este es mayor que el BHT al 0.02%. Al evaluarlo contra el blanco se demuestra que el extracto de romero si posee un efecto antioxidante sobre la lanolina, sin embargo ésta es una grasa de origen animal que presenta una alta tendencia a la oxidación por lo que incluso el uso de BHT no es lo suficientemente efectivo cuando esta grasa es sometida a condiciones no ideales.

En la manteca de cacao, la gráfica No. 4 demuestra que el extracto de romero al 0.1% posee un mejor efecto antioxidante que el BHT y ambos presentan un mejor efecto que el extracto de Romero al 0.2%. Según los índices de peróxido y el tiempo en que estos llegaron a su límite, se podría afirmar que la manteca de cacao es bastante estable, sin embargo es importante mencionar que su apariencia física se deteriora mucho antes de llegar a valores de índice de peróxido mayores de setenta miliequivalentes.

Al combinar los resultados de los diferentes tratamientos a las diferentes temperaturas, estadísticamente se demuestra que el efecto antioxidante de el extracto de romero a las dos concentraciones, no presenta ninguna variación por lo que se unifican los resultados en una sola gráfica para cada materia en estudio.

De las cuatro condiciones a las que se sometieron todas las muestras, se evidencia que la luz solar y el aire son los factores que más afectan la autooxidación de las grasas, ya que los índices de peróxido llegan de forma más rápida a los valores límite y físicamente se observa mayor deterioro de la muestras, lo que se caracteriza por apariencia oscura y olor a rancio.

Para las cuatro materias en estudio, cuando se hace la comparación entre los tratamientos, la temperatura y las semanas, se observa diferencia significativa (la probabilidad es menor que 0.05 en todos los casos, esto se interpreta como que el error al afirmar la diferencia es tan bajo como 0.00001). Al hacer el entrecruzamiento de tratamiento y temperatura, con el objeto de demostrar que la combinación de una temperatura con algún tratamiento produce un resultado diferente a cualquier otra combinación, se puede observar que la probabilidad es mayor de 0.05, por lo que no hay un efecto demostrable.

En la determinación de índice de peróxidos no se obtuvieron resultados precisos utilizando la solución de Tiosulfato sódico a concentración 0.01 N. por lo que se hizo una dilución a 0.001 N., en la cual los resultados son precisos.



## 10. CONCLUSIONES

- 10.1** El extracto de romero (*rosmarinus officinalis*) demuestra tener una capacidad antioxidante sobre grasas, utilizadas como materia prima de emulsiones cosméticas.
- 10.2** La investigación de nuevas aplicaciones de los extractos vegetales, contribuye al estudio de las plantas en Guatemala.
- 10.3** El extracto de romero (*rosmarinus officinalis*) al 0.1 % y 0.2% ejerce un efecto antioxidante sobre el aceite de girasol, maleato de aceite de soya, lanolina y manteca de cacao; utilizadas en fase oleosa de emulsiones cosméticas.
- 10.4** El extracto de romero al 0.1% en el aceite de girasol, lanolina, y manteca de cacao muestra un efecto antioxidante mayor que el extracto de romero al 0.2% y que el BHT al 0.02%.
- 10.5** En el aceite de girasol y la manteca de cacao el extracto de romero al 0.2% demuestra un efecto menor que el extracto de romero al 0.1% y el BHT, si embargo en la lanolina posee un efecto mayor que el del BHT y menor que el del extracto de romero al 0.1%.
- 10.6** En el maleato de aceite de soya el extracto de romero al 0.1%, el extracto de romero al 0.2% y el BHT al 0.02% demuestran una actividad antioxidante semejante.
- 10.8** Para todas las materias evaluadas, el efecto antioxidante de los extractos de romero no presenta variación en las distintas condiciones de temperatura, luz y aire.

## 11. RECOMENDACIONES

- 11.1 Enfatizar la necesidad de buscar nuevos antioxidantes con propiedades más adaptables a la variedad de aplicaciones que demanda la industria cosmética.
- 11.2 Caracterizar botánica y químicamente nuevas especies vegetales portadoras de principios antioxidantes.
- 11.3 Incorporar en emulsiones cosméticas materias primas que contengan el extracto de romero, para evaluar si ejerce efectos favorables o perjudiciales sobre el producto terminado.
- 11.4 Realizar estudios de estabilidad periódica de la capacidad antioxidante del extracto de romero (*rosmarinus officinalis*) en aceite de girasol, maleato de aceite de soya, lanolina y manteca de cacao, a las mismas concentraciones que se trabajaron en el presente estudio.
- 11.5 En la determinación de índice de peróxidos utilizar solución de Tiosulfato sódico a concentración 0.001 N. en lugar de 0.01N, para obtener resultados más exactos.

## 12. REFERENCIAS

- 12.1** Alfonso R. Genaro. 1998 Remington Farmacia. 19ª Ed. Editorial Médica Panamericana. Argentina.
- 12.2** J. B. Wilkinson y R. J. Moore . 1990. Cosmetología de Harry. 7ª Edición Ediciones Días de Santos, S. A. Madrid, España.
- 12.3** Luisa Fernanda Ponce de León. 2002. Estudios de estabilidad de productos cosméticos. Depto. de Farmacia, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Revista GCI Latinoamérica. Vol. 1 Mayo – Agosto.
- 12.4** Dr. J. Stephan Jellinek. 1970 Formulation and function of cosmetics. Wiley Interscience. USA. Pág. 125 -130.
- 12.5** Eastman. 2002. Tenox Antioxidants for Cosmetic and Personal care Products. Eastman Chemical International. USA.
- 12.6** Handbook of Pharmaceutical excipients. 1994. 2ª Ed. American Pharmaceutical Association. Gran Bretaña.
- 12.7** The Merck Index. 2001. 13ª Edición. Merck Research Laboratories Inc. EEUU.
- 12.8** USP 27. NF 22. 2004 United States Pharmacopeia. 27ª Ed. United States Pharmacopeial Convention Inc. USA.
- 12.9** Cronquist A. 1981. An integrated system of clasification of flowering plants. Botanical Garden Columbia University Press, New York. XIII – XVIII p.

- 12.10** Wettstein R. Dr. Quer F. 1944. Tratado de botánica sistemática. Barcelona. Labor. Pág. 1039.
- 12.11** Armando Cáceres.1998. Plantas de Uso Medicinal en Guatemala. Editorial Universitaria.
- 12.12** Certificado de análisis del extracto de Romero ( *Rosmarinus officinalis*). 2005 . LIPO Chemicals.
- 12.13** Monografía de Manteca de cacao NF. 1998. Laboratorios Laprin, S.A. Guatemala. Pág. 1-5.
- 12.14** Monografía de Lanolina anhidra USP. 1998. Laboratorios Laprin, S.A. Guatemala. Pág. 1-7.
- 12.15** Tara e. Gottschalck, Gerald N. Mc Ewe. 2004. International Cosmetic Ingredient Dictionary and Handbook. 10ª Ed. The cosmetic, toiletry and fragrance association. Washington D.C.
- 12.16** Especificaciones y certificado de análisis de Maleato de aceite de soya (CERAPHYL GA – D) 2004. ISP VAN – DYK Inc. Departamento de control de calidad. Laboratorios Laprin, S.A.
- 12.17** ISP International Specialty Products. 1997. Guía de referencias. Especialidades para el cuidado personal.
- 12.18** Handbook of Pharmaceutical excipients. 2003 4ª Ed. Raymond C. Rowe. Pharmaceutical Press. USA.
- 12.19** Pan L.G., Tironi V.A.\*, Tomás M.C. Y Añón M.C. 2004. Actividad Antioxidante Del Extracto De Romero (*Rosmarinus Officinalis* L.) Y Lecitinas De Girasol En Aceite De Girasol. Centro De Investigación Y

Desarrollo En Criotecnología De Alimentos (Cidca) (Unlp-Conicet) Calle 47 Y 116 - 1900 - La Plata, Argentina. Disponible en: [vtironi@quimica.unlp.edu.ar](mailto:vtironi@quimica.unlp.edu.ar). Consultado: Febrero 2005.

- 12.20** <sup>1</sup>Masson Lilia, <sup>1</sup>Robert Paz, <sup>1</sup>Flores Marcos, <sup>2</sup>Fredes Carolina, <sup>2</sup>Morend Ligia, <sup>2</sup>Verdugo Gabriela. Evaluación De Un Extracto De Romero Orgánico (*Rosmarinus Officinalis*) Producido En Chile Como Antioxidante Natural Aplicado En Bases Grasas Animales Y Vegetales”\* (1) Laboratorio De Química De Alimentos Y Materias Grasas, Departamento De Ciencia De Los Alimentos Y Tecnología Química, Facultad De Ciencias Químicas Y Farmacéuticas, Universidad De Chile. Vicuña Mackenna 20 Santiago, Chile. (2) Pontificia Universidad Católica De Valparaíso.
- 12.21** Prof. Vijai K.S. Shukla And Kaustuv Bhattacharya. 2003. Enhancing The Stability Of Exotic Butters & Oils. International Cosmetic Science Centre Aps, Denmark. Revista HAPPI mes de Diciembre 2003.
- 12.22** Noé Fernando Torres Cardona. 2002. Validación de metodología analítica para determinar la capacidad autooxidativa de materias primas utilizadas en fase oleosa de emulsiones cosméticas. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Química Farmacéutica.
- 12.23** Farmacopea de Los Estados Unidos Mexicanos.2004. 8ª Ed. Comisión permanente de la Farmacopea de Los Estados Unidos Mexicanos. México.
- 12.24** USP 25. 2000. United States Pharmacopeia. 25<sup>a</sup> Ed. United States Pharmacopeial Convention Inc. USA.
- 12.25** Maison G. de Navarre. 1993.The chemistry and manufacture of cosmetics. 2ª Ed. Allured Publishing Corporation. USA.

## 13. ANEXOS

### 13.1 PREPARACIÓN DE REACTIVOS

#### 13.1.1 Solución Acido acético – Cloroformo (3:2)

Para preparar 500 ml de solución, medir 300 ml de ácido acético y 200 ml de cloroformo, agitar hasta lograr una solución homogénea, envasar en un recipiente de vidrio ámbar.

#### 13.1.2 Solución de almidón:

Para 100ml de solución, se pesan un gramo de almidón de maíz diluir en un volumen de 100 ml, llevar a ebullición durante 10 minutos y luego aforar nuevamente a 100 ml. Guardar en recipiente de vidrio y en refrigeración. Esta solución debe de usarse máximo por un período de dos días, bajo refrigeración.

#### 13.1.3 Solución de ioduro potásico

Para 10 ml de solución. Hervir agua purificada, enfriarla y se añaden 11 gramos de ioduro de potasio, agitar hasta homogeneidad. Almacenar en recipiente hermético y protegido de la luz.

#### 13.1.4 Solución de Tiosulfato sódico 0.01 N.

Preparación de solución de tiosulfato sódico:

Pesar cuidadosamente 2.6 gramos de tiosulfato de sodio y 20 gramos de carbonato de sodio. Disolver en 1000ml de agua purificada hervida y enfriada. Para preparar una solución de tiosulfato sódico 0.001 N se realiza una dilución de 10 ml de tiosulfato sódico 0.01 N en 1000 ml de agua destilada.

Valoración de la solución de tiosulfato sódico:

En un matraz volumétrico pesar cuidadosamente 21 mg de estándar primario de dicromato de potasio, previamente pulverizado y secado por 4 horas, disolver en 20 ml de agua y

rápidamente agregar 0.3 gramos de ioduro de potasio, 0.2 gramos de bicarbonato sódico y 0.5 ml de ácido clorhídrico, mezclar y dejar reposar por 10 minutos protegiendo de la luz.

Lavar el tapón y las paredes del matraz, para eliminar el exceso de yodo. Titular el yodo liberado con la solución de tiosulfato sódico, hasta que la solución este de color verde – amarillo. Seguidamente agregar 3 ml de almidón TS y continuar la titulación hasta cambio del color azul a incoloro.

Cada ml de tiosulfato sódico 0.01N es equivalente a 0.4913 mg de dicromato de potasio. (21)

## 13.2 VALORES DE ÍNDICE DE PERÓXIDO

### 13.2.1 ACEITE DE GIRASOL

Condición: 37°C													
Índice de peróxido	Sema na	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
	1	2.7	2.0	1.9	2.2	2.1	2.0	1.5	1.2	1.7	2.4	2.3	2.2
	2	8.0	8.1	7.9	7.5	7.8	8.0	6.7	6.8	6.8	10.0	10.5	10.8
	3	10.4	10.0	10.8	9.5	9.8	9.3	8.3	8.5	8.2	12.5	12.8	12.3
	4	15.2	15.7	15.0	15.1	14.7	14.6	13.7	13.8	14.0	19.1	19.8	19.8
	5	19.5	19.3	19.8	17.5	18.2	18.0	17.2	17.1	17.0	27.5	27.0	28.2
	6	31.0	31.5	31.6	30.7	30.2	31.0	29.0	29.5	29.2	38.7	38.9	39.0
	7	44.0	44.5	44.9	42.2	43.0	43.6	43.2	42.9	43.0	49.5	49.7	49.9
	8	55.8	55.2	56.0	53.2	52.6	53.5	52.9	52.8	53.0	62.4	63.0	62.8
9	65.3	65.8	65.4	62.3	62.0	62.9	62.0	61.8	62.2	75.6	76.2	76.7	
10	78.3	79.0	79.1	77.2	78.0	78.1	75.2	74.9	75.6	82.6	83.2	82.8	

Condición: 45°C													
Índice de peróxido	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
	1	2.4	2.7	2.2	3.4	2.8	2.5	2.8	2.7	2.6	3.9	3.5	4.2
	2	7.0	7.2	7.5	7.5	7.8	8.0	6.5	6.9	7.0	8.5	9.0	9.3
	3	11.5	11.9	11.8	13.0	13.5	13.2	12.0	11.8	11.5	15.8	16.2	16.0
	4	18.5	18.2	18.0	19.4	19.6	19.5	17.2	16.9	17.8	22.5	22.0	22.3
	5	22.7	22.0	22.5	23.5	24.0	23.6	22.6	21.9	21.5	30.5	29.6	30.2
	6	29.4	28.7	28.6	30.2	31.5	31.0	28.0	28.6	28.7	39.1	38.9	39.5
7	39.1	39.5	39.7	42.0	42.5	42.8	38.9	38.7	38.5	55.2	56.3	55.8	



	8	49.2	48.9	50.0	50.8	51.0	50.6	47.3	47.5	47.9	75.0	74.6	74.2
	9	70.3	71.4	71.5	75.6	74.9	75.9	70.0	70.2	70.6	91.2	92.3	92.0

Condición: Luz solar													
Índice de peróxido	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
		1	8.3	7.8	8.0	9.0	8.5	8.8	7.5	7.3	7.6	9.7	9.8
2	19.9	18.6	19.0	21.1	22.0	21.6	24.5	23.2	23.6	28.5	28.8	28.0	
3	37.5	38.2	37.0	37.9	38.9	39.4	38.2	37.6	37.9	45.5	44.8	44.6	
4	42.5	42.1	42.0	43.2	43.5	44.0	46.2	45.6	46.1	55.9	56.5	54.8	
5	55.2	55.0	53.9	54.0	56.8	56.7	50.0	51.2	50.8	65.2	66.4	65.9	
6	83.1	83.0	82.7	85.2	84.3	83.9	80.0	80.3	79.6	97.6	97.8	98.4	

Condición: Aire													
Índice de peróxido	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
		1	3.6	3.8	3.5	5.5	4.5	4.8	4.8	4.1	4.6	8.0	7.6
2	7.5	7.3	7.8	7.9	8.2	8.6	7.0	6.8	7.2	9.5	9.8	10.1	
3	12.8	13.0	13.1	14.8	15.2	14.5	14.9	16.1	14.5	20.0	19.6	19.8	
4	20.0	19.9	19.5	20.1	21.3	20.4	19.2	19.0	18.7	36.0	35.2	36.1	
5	42.3	42.5	42.2	43.0	43.6	43.2	42.0	42.1	41.6	56.0	58.0	56.9	
6	59.6	58.9	59.5	56.5	55.9	58.2	57.0	57.8	57.5	72.3	72.5	73.5	
7	79.2	80.0	79.6	78.9	79.6	79.9	76.5	75.9	76.4	90.0	90.1	89.5	

## 13.2.2 MALEATO DE ACEITE DE SOYA

Condición: 37°C													
Índice de peróxido	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
	1	6.6	6.5	6.8	6.9	7.0	7.4	8.0	7.7	7.8	9.0	9.5	9.8
	2	8.5	8.8	8.9	9.0	8.3	8.7	9.0	9.8	9.5	10.8	11.5	11.7
	3	16.8	16.5	16.1	16.8	16.2	16.0	16.0	16.2	16.0	18.8	18.9	19.2
	4	20.5	19.0	19.1	19.2	19.0	19.1	21.5	21.0	19.8	25.1	25.7	25.0
	5	28.0	27.9	28.2	25.3	26.0	26.4	28.0	28.3	28.7	39.7	38.7	38.4
	6	36.4	36.7	36.5	34.2	34.0	34.8	37.2	36.9	37.5	41.2	41.6	41.9
	7	44.3	44.5	44.7	43.2	43.0	43.5	45.2	44.8	44.5	53.0	53.2	53.6
	8	58.0	59.0	58.6	55.2	55.4	55.8	60.3	58.9	59.6	68.9	68.0	68.5
9	65.3	65.2	65.8	63.2	64.0	64.1	67.2	66.9	67.2	75.3	74.9	75.8	
10	78.3	78.5	78.2	75.3	75.8	74.9	79.0	79.2	78.8	90.0	90.5	91.0	

Condición: 45°C													
Índice de peróxido	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
	1	2.5	2.0	2.0	2.5	2.6	2.4	1.5	1.5	1.2	3.3	3.0	3.1
	2	7.1	7.0	6.8	7.5	7.0	7.3	6.9	7.2	6.5	9.0	8.5	8.2
	3	14.5	14.0	13.9	13.5	13.9	14.0	13.0	13.5	13.2	16.5	16.8	16.2
	4	27.3	27.9	27.5	28.3	28.7	27.3	27.0	27.3	27.1	33.0	32.7	32.6
	5	35.9	35.6	35.7	38.3	38.7	38.3	34.2	33.6	34.0	43.5	43.6	44.0
	6	42.0	42.5	42.0	45.3	45.0	44.6	41.9	42.0	42.3	52.0	52.8	52.4
	7	53.2	53.6	54.0	54.0	54.1	53.9	53.2	53.0	53.1	61.0	61.2	61.0
	8	65.3	65.2	66.1	67.3	67.0	66.8	65.3	64.8	64.7	73.4	73.5	73.8

	9	77.9	77.5	77.4	78.2	78.0	77.9	77.0	76.8	77.1	85.6	85.4	84.9
--	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

<b>Condición: Luz solar</b>													
	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
Índice de peróxido	1	3.4	3.9	3.5	3.6	4.5	3.5	3.5	3.9	3.6	5.1	5.4	5.3
	2	13.6	13.5	13.0	13.5	13.8	13.0	10.9	11.5	11.2	17.0	18.5	17.9
	3	19.1	19.6	19.5	17.8	18.2	18.5	17.6	17.5	17.8	27.0	27.5	28.2
	4	34.5	34.8	35.2	33.5	33.8	34.0	32.0	32.5	32.4	55.2	55.0	54.8
	5	50.0	50.9	50.8	49.7	48.2	49.5	47.5	47.0	47.3	61.0	57.8	60.5
	6	73.0	73.2	74.0	70.8	70.9	71.0	70.0	70.2	70.3	79.8	79.7	80.2

<b>Condición: Aire</b>													
	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
Índice de peróxido	1	1.0	1.9	1.5	1.2	1.5	1.3	1.5	1.4	1.0	2.5	2.8	2.9
	2	4.2	3.5	3.8	3.8	3.6	3.0	3.7	3.5	3.2	6.3	3.2	6.8
	3	9.7	10.0	9.9	10.1	9.8	9.7	9.0	9.7	9.5	12.5	12.8	13.0
	4	14.2	13.9	13.5	14.5	14.0	13.9	13.6	13.2	13.4	18.0	18.5	18.7
	5	28.1	28.6	28.7	27.2	27.5	27.6	28.0	28.5	28.1	35.7	35.6	35.9
	6	39.0	39.5	39.7	38.5	38.6	38.1	37.2	37.5	38.0	45.0	45.2	46.0
	7	55.2	55.0	55.8	54.9	54.6	54.7	55.0	54.6	54.8	67.5	67.8	68.2
	8	70.0	71.2	71.0	71.0	71.2	71.5	70.3	70.5	70.8	90.2	91.0	90.6

## 13.2.3 LANOLINA ANHIDRA

Condición: 37°C													
Índice de peróxido	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
		1	14.5	14.0	13.8	13.4	13.2	13.5	12.6	13.0	12.5	14.5	15.2
2	14.8	14.0	14.1	13.0	13.0	13.5	14.0	14.3	13.8	16.3	16.0	16.7	
3	16.0	15.6	15.8	16.0	15.8	15.7	16.5	16.0	15.3	19.1	19.2	19.5	
4	20.5	20.2	20.0	20.0	19.8	20.5	28.0	25.6	25.2	36.5	37.0	36.8	

Condición: 45°C													
Índice de peróxido	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
		1	12.5	12.7	12.5	12.1	15.5	12.5	13.5	14.1	13.8	13.6	14.5
2	12.8	12.9	12.8	12.9	12.0	12.5	13.9	13.0	12.8	15.0	14.5	15.8	
3	16.1	16.0	15.7	18.2	18.1	18.1	18.9	18.5	18.7	19.0	20.5	20.0	
4	19.5	17.8	19.0	20.5	20.8	20.7	22.0	23.5	22.0	39.2	37.5	37.8	

Condición: Luz solar													
Índice de peróxido	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
		1	20.1	27.5	25.2	31.0	31.2	30.8	27.2	29.2	25.0	45.0	40.5

Condición: Aire													
Índice de peróxido	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
		1	13.5	15.0	13.8	17.5	17.0	17.0	16.4	18.0	18.5	28.2	29.0
2	43.5	43.0	43.5	47.5	47.5	47.2	46.5	46.0	46.3	58.5	58.0	59.0	

### 13.2.4 MANTECA DE CACAO

Condición: 37°C													
Índice de peróxido	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
		1	2.5	2.9	2.7	3.0	3.8	3.9	2.3	2.8	2.7	3.7	3.7
2	6.0	5.5	5.7	5.0	5.2	5.0	4.5	4.0	4.8	9.2	9.8	9.5	
3	13.7	13.5	13.9	13.0	13.9	13.8	12.6	12.9	13.1	17.9	17.6	18.0	
4	29.5	29.3	29.1	29.8	29.7	28.9	27.6	28.0	27.9	35.4	35.0	35.6	
5	47.6	49.0	47.9	48.2	48.0	48.5	46.9	47.2	47.5	57.8	58.3	57.6	
6	59.6	59.9	60.2	60.5	60.8	60.3	58.9	58.7	59.0	73.5	72.8	73.2	
7	75.3	76.2	75.8	76.3	76.0	76.7	73.2	73.5	73.8	86.2	86.4	86.9	

Condición: 45°C													
Índice de peróxido	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
		1	2.9	2.8	2.5	2.3	2.1	2.5	3.1	3.8	3.0	3.9	3.0
2	18.2	18.5	17.9	23.2	22.5	22.4	17.9	17.6	18.0	30.2	30.5	29.8	
3	25.3	25.7	25.9	29.2	29.6	29.9	24.6	24.8	24.9	42.5	42.9	42.6	
4	38.5	38.0	38.6	42.6	42.5	42.0	37.9	38.0	38.5	57.2	57.8	57.6	
5	60.2	60.5	60.8	63.2	62.9	63.5	59.8	60.0	59.6	73.2	73.5	72.9	
6	74.2	74.5	74.0	76.2	76.8	76.6	72.9	73.5	73.2	90.3	90.5	91.2	

Condición: Luz solar													
Índice de peróxido	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
		1	29.3	26.8	29.5	40.1	37.5	37.9	26.0	26.1	26.5	39.5	40.0
2	40.0	39.5	39.8	48.5	48.5	48.8	41.0	41.5	41.3	48.5	48.0	48.0	
3	49.0	48.5	48.6	48.7	50.2	50.5	47.2	47.0	47.2	59.9	58.5	58.2	
4	62.4	61.0	61.8	65.0	63.2	64.8	59.2	61.3	60.8	78.3	78.0	79.3	
5	100.0	101.5	100.8	105.3	104.7	103.8	89.0	89.7	91.3	135.2	132.5	131.9	

Condición: Aire													
Índice de peróxido	Semana	Tratamiento											
		0.1% EXTRACTO ROMERO			0.2% EXTRACTO ROMERO			BHT 0.02%			Blanco		
		1	4.3	4.2	4.0	4.6	4.4	4.8	4.3	4.0	4.0	5.6	5.9
2	19.2	20.0	20.2	24.0	24.3	24.5	21.5	21.0	21.2	29.5	29.0	29.4	
3	41.7	41.8	41.5	46.6	45.8	46.2	45.8	45.7	45.2	53.5	54.0	53.8	
4	63.4	63.2	63.0	65.2	65.0	65.1	63.9	64.0	63.8	76.5	76.4	75.9	
5	79.8	79.5	79.4	80.0	80.1	79.5	78.3	78.9	79.2	90.3	90.5	91.0	