



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA, ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA INDUSTRIAL Y APLICADA



**APROVECHAMIENTO TECNOLÓGICO DE LA
CERA DE ABEJA PARA LA OBTENCIÓN DE
PRODUCTOS SINTÉTICOS ORGÁNICOS, NO
TÓXICOS PARA EL SER HUMANO**

COLMEQUIM.CA

COAUTORES: Estudiantes de laboratorio de Química Industrial U-2014

PROFESOR: Ronald Márquez

Derechos Reservados ©2015 Universidad de Los Andes

COAUTORES:

- ✓ Araujo Jesús
- ✓ Avendaño Jorge
- ✓ Bálsamo Santo
- ✓ Cañizalez Jesús
- ✓ García Alexis
- ✓ Lema Carlos
- ✓ León Reina
- ✓ Mascarell Santiana
- ✓ Molina Zinai
- ✓ Montes Ana
- ✓ Montoya Miguel
- ✓ Morales Franklin
- ✓ Nava Nohely
- ✓ Noguera Yoselin
- ✓ Ostos Miguel
- ✓ Peña Holaya
- ✓ Quintero Amanda
- ✓ Rosales Diego
- ✓ Ruiz Nathalia
- ✓ Zambrano Jonathan

APROVECHAMIENTO TECNOLÓGICO DE LA CERA DE ABEJA PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS SINTÉTICOS ORGÁNICOS, NO TÓXICOS PARA EL SER HUMANO

COAUTORES: Estudiantes de laboratorio de Química Industrial U-2014

Proyecto RAIS — Química Industrial. 53 páginas.

RESUMEN

Una pomada es una preparación semisólida que consta de una base en una sola fase en la que se pueden dispersar sustancias líquidas o sólidas. En el caso de las cremas con cera de abeja, son diversos los estudios que confirman su poder antibiótico y cicatrizante sobre lesiones, en especial en las originadas por quemaduras. La cera de abejas se puede utilizar como fase oleosa para la formación de jabones por saponificación. Los jabones que contienen cera de abejas tienen muchas ventajas: se solidifican rápidamente, dan una textura sólida y agradable, su aroma se puede mejorar agregando esencias naturales, que proveen con propiedades de detergencia o de limpieza. En este trabajo se obtuvieron cremas dermocosméticas y jabones con distintas concentraciones a base de cera de abejas y aceite de ajonjolí. A partir de las bases teóricas y la naturaleza de la cera de abeja fueron aplicados procedimientos de purificación y posteriormente se realizaron formulaciones aceite de ajonjolí-cera de abeja. En este sentido, se fabricaron jabones con las mismas concentraciones con las que se formularon las cremas. Se realizaron estudios de pH, espumabilidad y barridos de formulación a los jabones obtenidos. Finalmente se determinó que la mejor fórmula para la crema dermocosmética es 20% en cera, además, a concentraciones elevadas de cera la suspensión puede ser empleada como protector labial, a una mediana concentración para quemaduras y para masajes se emplean bajas concentraciones. Los jabones de concentración 20% y 35% de cera de abeja respectivamente son los más adecuados para el uso doméstico porque mantienen la acidez adecuada de la piel.

Palabras clave: *Cera de abeja, crema dermocosmética, jabón, espuma, barrido de salinidad*

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	vii
Capítulo 1	1
Cera de abejas y aplicaciones industriales	1
1.1 Cera de Abejas	1
1.2 Usos y aplicaciones	2
1.3 Propiedades físicas	3
1.4 Propiedades químicas	4
1.5 Propiedades farmacéuticas	5
1.6 Composición química de la cera de abejas	7
1.7 Purificación de la cera de abeja	11
1.8 Análisis para la identificación de contaminantes en la cera de abejas	13
1.9 Cremas y pomadas de cera de abeja	13
1.10 Clasificación de las cremas	14
1.10.1 Hidrófobas o Emulsiones W/O	14
1.10.2 Hidrofílicas o Emulsiones O/W	15
1.11 Características de las cremas	15
1.12 Función de los componentes de una crema	15
1.12.1 Constituyentes Oleosos	16
1.12.1.1 Aceites minerales, vaselina y ceras minerales	16
1.12.1.2 Aceites y Grasas Vegetales y Animales	16
1.12.1.3 Ceras animales y vegetales	16
1.12.1.4 Alcoholes grasos y esteroides	16
1.12.2 Agua y constituyentes polares	16
1.12.2.1 Agua	16
1.12.2.2 Alcoholes	17
1.12.3 Agentes viscosantes	17
1.13 Pruebas de control de calidad de las cremas	17
1.14 Formulación de cremas y pomadas de cera de abeja	17
1.15 Cera de moldear de abeja	21
1.16 Tipos de ceras para moldear	23
1.16.1 Cera roja	23
1.16.2 Cera blanca	23
1.16.3 Cera de abeja	23

1.17 Propiedades de la cera de moldear	23
1.18 Formulaciones de la cera de moldear	23
1.19 Creyones de cera de abeja	25
1.20 Características y propiedades de los creyones de cera	26
1.21 Calidad de los creyones de cera	26
1.22 Formulación de los creyones de cera	27
Capítulo 2	29
Objetivos y plan de trabajo	29
2.1 JUSTIFICACIÓN	29
2.2 OBJETIVOS	30
2.2.1 Objetivo general	30
2.2.2 Objetivos específicos	30
Capítulo 3	31
Procedimiento experimental	31
3.1 Purificación de la cera de abeja	31
3.1.1 Materiales	31
3.1.2 Metodología Experimental	31
3.2 Obtención de crema a base de cera de abeja a distintas composiciones	32
3.2.1 Material de Laboratorio.	32
3.2.2 Metodología Experimental.....	32
3.2.2.1 Peso de la cera y medición del aceite	32
3.2.2.2 Montaje del equipo para la producción de la crema	33
3.2.2.3 Tratamiento posterior una vez mezclado el aceite y la cera.....	33
3.2.2.4 Determinación de las Propiedades Físicas de las Cremas a distintas composiciones.	34
3.3 Elaboración de jabón a base de cera de abeja.....	34
3.3.1 Material de laboratorio	34
3.3.2 Metodología Experimental	35
3.4 Sistemas dispersos y espumas.....	35
3.4.1 Formulación	35
3.4.1.1 Material de Laboratorio	35
3.4.1.2 Procedimiento Experimental	36
3.4.2 Barrido de la formulación	36
3.4.2.1 Materiales y Reactivos.....	36
3.4.2.2 Procedimiento Experimental	37

Capítulo 4	38
Resultados y discusión	38
Capítulo 5	48
Conclusiones y recomendaciones	48
5.1 Conclusión	48
5.2 Recomendaciones.....	48
Referencias	49

INTRODUCCIÓN

El saber científico que se ha desarrollado en la humanidad ha dado lugar a notables innovaciones sumamente beneficiosas. Los productos de uso personal como el jabón, cremas dermocosméticas, entre otros, en donde la mayoría de la materia prima que se utiliza tanto grasa animal como vegetal es importada, origina un grado de dependencia que genera cierta vulnerabilidad comercial. Por lo tanto, es necesario buscar fuentes alternativas que pudieran sustituir total o parcialmente estos productos importados. Una de estas opciones es la cera de abeja que, manipulada de manera ingeniosa y agregando ciertos aditivos, puede generar productos de usos cotidiano muy ecológicos y versátiles a la hora de fabricar. En la actualidad los productos formulados en la industria requieren el máximo beneficio con el mínimo coste.

La cera de abeja es un producto graso producido por las abejas para construir sus panales. La obtención de la cera de abejas se hace mediante la práctica de la apicultura, actividad dedica a la crianza y cuidado de las abejas con el fin de recolectar y aprovechar los productos que se obtienen del trabajo de dichos insectos. Las abejas segregan la cera de entre 12 y 30 días de edad en forma de pequeñas escamas redondeadas en las cuatro glándulas ventrales que tienen en la parte inferior del abdomen, y se sintetiza como una reducción de azúcares de origen alimenticio. La cera recién producida por las abejas, tiene un color blanco, pero va adquiriendo un color amarillento a medida que entra en contacto con las abejas, la miel, el polen y el propóleo.

Para que se produzcan esas transformaciones es imprescindible la presencia de ciertos componentes que están en el polen y que son otras grasas, enzimas, entre otros parámetros, que actúan como iniciadores y catalizadores de esas reacciones químicas. Algunas de estas grasas no pueden ser “fabricadas” por las abejas, las han de tomar ya “formadas” en la dieta (polen), a este tipo de sustancias, no “fabricables”, se les llama vitaminas.

Las abejas encuentran hidratos de carbono en el néctar (80%) y en el polen (40%), y forman dos tipos de grasas a partir de estos azúcares: La cera (que es una grasa sólida a temperatura ambiente) y sus grasas internas, que acumulan en unas células vacías, llamadas trofocitos o adipocitos (del tejido adiposo). En el polen hay un 5% de grasas (en la miel no hay grasas). Las abejas necesitan un 5% de grasas en la alimentación para mantener el equilibrio.

Las ceras son ésteres de los ácidos grasos saturados e insaturados de cadena larga (14 a 36 carbonos) con alcoholes de peso molecular elevado que son alcoholes alifáticos monohidroxílicos de elevada masa molecular (12 a 40 carbonos), es decir, son moléculas que se obtienen por esterificación; reacción química entre un ácido carboxílico y un alcohol, que en el caso de las ceras se produce entre un ácido graso y un alcohol monovalente lineal de cadena larga. Son sustancias insolubles en agua pero solubles en disolventes no polares orgánicos. Todas las ceras son compuestos orgánicos, tanto sintéticos y de origen natural. Además son las sustancias más eficaces para reducir el nivel de humedad y permeabilidad debido a su alta hidrofobicidad y ácidos grasos insaturados.

Las propiedades de la cera de abejas se encuentran directamente vinculadas con sus cualidades físicas y su composición química. La industria apícola es gran consumidora para fabricar láminas de cera estampada. En cosmetología se emplea para cuidar la piel delicada, especialmente cuando está seca. Limpia la epidermis, suaviza y alimenta la dermis, previniendo de esta manera el envejecimiento cutáneo. Los productos que contienen cera de abejas suavizan la piel.

La cera blanca entra normalmente en la composición de cremas nutritivas, astringentes, de limpieza y en mascarillas para el cutis. Se usa ampliamente en la preparación de cremas, pomadas, emplastos, crayones labiales, cremas limpiadoras y astringentes, mascarillas faciales y cremas de belleza. En la preparación de moldes para prótesis dentales, en la confección de pulimentos, así como en otros múltiples usos farmacéuticos, cosméticos, médicos e industriales. Otros usos están en la fabricación de pomadas para calzados, en materiales para impermeabilización, industria de armamento,

lustres para pisos, muebles, cueros y lentes telescópicos, en la fabricación de grasas, ungüentos, en la fabricación de cintas adhesivas, gomas de mascar, tintas, en injertos y barnices.

Una pomada es una preparación semisólida que consta de una base en una sola fase en la que se pueden dispersar sustancias líquidas o sólidas. Dicho de otro modo, a diferencia de la crema que es un sistema bifásico, la pomada presenta una sola fase, lo que origina que esta fluya con mayor dificultad en comparación con las cremas que lo hacen más fácilmente. Ambas preparaciones tienen un aspecto homogéneo y se formulan para conseguir una liberación local o transdérmica de los principios activos, o para generar una acción emoliente o protectora. En este sentido, en el caso de las cremas y pomadas con cera de abeja, son diversos los estudios que confirman su poder antibiótico y cicatrizante sobre lesiones, en especial en las originadas por quemaduras, ya que atacan directamente a las bacterias *Klebsiella* spp. y otras Enterobacterias que originan la infección sobre este tipo de lesiones. Las lesiones de mucosis oral pueden ser tratadas con formulaciones a base de miel y cera de abeja, con resultados equiparables a los medicamentos comerciales, porque la cera es insoluble con el agua y la saliva, generando con ello que la formulación permanezca durante un mayor tiempo sobre las lesiones.

El producto que conocemos como jabón es el resultado de mezclar un ácido con un álcali cáustico. La mayoría de los métodos para fabricar jabón utilizan grasas vegetales o animales como ácido e hidróxido de sodio (sosa cáustica o lejía) como álcali. Cuando el álcali es disuelto en agua y añadido al ácido, se produce una reacción llamada saponificación. Una vez que ocurre esto, el álcali está listo para ser neutralizado y después de hacer reposar el jabón varias semanas, ya no está presente. Por eso, el jabón se hace con hidróxido de sodio pero no lo contiene quedando con propiedades detergentes o de limpieza que son bien conocidas. Los jabones que contienen cera de abejas tienen muchas ventajas: solidifican rápidamente, dan una textura sólida y agradable, y su aroma se puede mejorar agregando esencias naturales. La espumabilidad de dicho jabón viene relacionada por la cantidad y la estabilidad de la espuma producida por una preparación, la cual está determinada por los factores que afectan el balance entre la parte hidrófila y lipófila del

agente surfactante, por tanto la elección del tipo de tensoactivo depende de la necesidad de la preparación. La vida de dicha espuma dependerá de tres etapas: formulación, maduración y la persistencia a la película delgada.

En este trabajo se efectúan estudios para la elaboración de una crema dermocosmética y un jabón aprovechando las propiedades de la cera de abejas. Específicamente se hace un estudio reológico de los productos obtenidos haciendo uso de los surfactantes y otros aditivos demostrando su importancia en la formulación adecuada de dichos productos para obtener la consistencia apropiada y precisa de una crema y de un jabón en base a cera de abejas y aceite de ajonjolí cuya acidez sea compatible con la piel del ser humano.

Capítulo 1

Cera de abejas y aplicaciones industriales

1.1 Cera de Abejas

El término “cera” se refiere a mezclas de diferentes compuestos como: ésteres, hidrocarburos de cadena larga, cetonas, entre otros, que forman materiales con altos puntos de fusión y gran resistencia al agua. Existen ceras de origen animal, vegetal y de microorganismos. Químicamente las ceras son los ésteres de ácidos grasos saturados e insaturados de cadena larga (14 a 36 carbonos) con alcoholes grasos, que son alcoholes alifáticos monohidroxílicos de elevada masa molecular (12 a 40 carbonos) (“cera,” 2015).

La cera de abeja es un producto graso producido por las abejas para construir sus panales. Las abejas segregan la cera de entre 12 y 30 días de edad en forma de pequeñas escamas redondeadas en las cuatro glándulas ventrales que tienen en la parte inferior del abdomen, y se sintetiza como una reducción de azúcares de origen alimenticio. La cera recién producida por las abejas, tiene un color blanco, pero va adquiriendo un color amarillento a medida que entra en contacto con las abejas, la miel, el polen y el propóleo.

Las fases del proceso de fabricación de la cera de abejas son: las abejas comen miel, y en el intestino se absorben las moléculas de los azúcares (6 carbonos). De allí pasan al interior de su cuerpo, donde son transformados en fragmentos pequeños (2 carbonos). Luego, en las glándulas cereras, se recombinan de diferente manera para formar por un lado los ácidos grasos y los hidrocarburos (entre 14 y 41 carbonos), y por otro los ésteres y los alcoholes de la cera (entre 28 y 54 carbonos). La mezcla de estos productos es lo que se conoce como cera de abejas (Gómez, 2002).

La fabricación de cera a partir de la miel tiene un costo de entre 4 y 12 Kg de miel por cada Kg de panal construido por las abejas. Parte de este costo es el cambio químico que se

produce en el organismo de la abeja de los componentes de la miel a los de la cera. La otra parte es la necesaria para moldear la cera y hacer los panales. Se necesita una temperatura de “moldeo” de unos 40° C (Gómez, 2002).

La obtención de la cera de abejas se hace mediante la práctica de la apicultura, actividad dedica a la crianza y cuidado de las abejas con el fin de recolectar y aprovechar los productos que se obtienen del trabajo de dichas abejas.

1.2 Usos y aplicaciones

La Cera de abeja ha jugado un papel importante en la historia y la tradición popular desde hace muchos años. Históricamente la cera de abeja ha sido utilizada para la fabricación de velas que con los avances tecnológicos, como el descubrimiento de la electricidad, ha desplazado su uso. Éstas actualmente se usan como parte decorativa de diversos espacios. La cera de abeja en la antigüedad también era utilizada en los sellos de los sobres de las cartas, para hacer esculturas, para sellos de ataúdes, entre otras aplicaciones.

En la actualidad debido a las características, propiedades y bondades de la cera de abejas, ésta es utilizada tanto en productos artesanales como industriales:

- **Productos industriales:** La industrial actual utiliza la cera como componente aislante e hidrófobante de numerosos componentes. Por ejemplo se emplea en los cables eléctricos para aislar el cobre de la humedad, circuitos electrónicos, para proteger las pieles, en la confección de barnices, para pulimentos, tintas, colores, cerillas, ceras de protección para los esquejes (“La cera de abeja,” 1999).
- **Cosmético y Farmacéutico:** Entra en la composición de pomadas y cremas, como base grasa y como espesante. En este caso suele utilizarse cera de opérculos, de la mejor calidad, para evitar problemas de residuos y de alergias. El uso mayoritario en este campo es la cera de depilar, que es una mezcla de cera de abejas con resinas. La cera de abeja posee propiedades antiinflamatorias y cicatrizantes una de las razones por la que es muy utilizada en productos cosméticos y farmacéuticos.

- **Impermeabilización y protección:** Para recubrir cordones de costura en zapatería, cartonajes, incluso en algunas culturas la carne seca (tipo mojama).
- En la fabricación de betunes y cremas de zapatos.
- Para proteger recipientes del ataque de los ácidos de los zumos de frutas y de otros agentes corrosivos.
- Velas artesanales y aromáticas.
- **Joyería y modelado de escultura:** Para realizar modelos de piezas, por su maleabilidad (Gómez, 2002).
- La cera de abejas en algunos países de Asia y África es utilizada para crear tejidos de batik, y en la fabricación de pequeños adornos de metal por medio del método de cera fundida (“La Cera de Abeja un producto útil y valioso,” 2005).
- Actualmente empresas como Stockmar y Filana utilizan la cera de abejas para la fabricación de creyones de cera.
- Stockmar también fabrica cera de moldear a partir de la cera de abeja (“Stockmar,” 2014).

1.3 Propiedades físicas

La cera de abeja, es un material inerte con alta plasticidad a temperatura relativamente baja (alrededor de 32°C) (“Propiedades físicas de la cera de abejas,” 2004). Su punto de fusión no es constante, ya que la composición varía levemente dependiendo de su origen. Los valores citados típicos se encuentran entre (62°C a 65°C).

Su densidad relativa a 15°C se reporta entre (0.958 mg/m³ a 0.970 mg/m³), mientras que su conductividad térmica estable como (0.25 W/mK) aproximadamente (Morgan, J. Townley, S. y Smith, R. 2002).

También se conoce que la viscosidad a 100 °C reporta un valor menor a 20mPa. El punto de ebullición es desconocido y presenta un punto de inflamación a temperaturas mayores de 180 °C (“Propiedades físicas de la cera de abejas,” 2012).

1.4 Propiedades químicas

Las ceras son ésteres de los ácidos grasos con alcoholes de peso molecular elevado, es decir, son moléculas que se obtienen por esterificación; reacción química entre un ácido carboxílico y un alcohol, que en el caso de las ceras se produce entre un ácido graso y un alcohol monovalente lineal de cadena larga. Son sustancias insolubles en agua pero solubles en disolventes no polares orgánicos. Todas las ceras son compuestos orgánicos, tanto sintéticos y de origen natural. Además son las sustancias más eficaces para reducir el nivel de humedad y permeabilidad debido a su alta hidrofobicidad y ácidos grasos insaturados (Mellema, 2008).

Partiendo de este concepto podemos inferir que existen varios tipos de ceras cuyas composiciones químicas varían ligeramente.

La cera contiene una alta proporción de diversos ésteres de cera: C40 a C46 especies moleculares, sobre una base de 16:0 y 18:0 en ácidos grasos, algunas con grupos (hidroxilos) en las posiciones omega-2 y omega-3. Además contiene algunos diésteres con hasta 64 carbonos los cuales pueden estar presentes junto con triésteres, hidroxipoliésteres y ácidos libres. Uno de estos compuestos es el triacontanol palmitato (Mellema, 2008).

Los esteroides están molecularmente dispersos en la cera compuestos entre 27 a 29 átomos de carbono.

El Ácido ursólico es un compuesto triterpénico pentacíclico, es decir, de 30 carbonos que está conformado por 5 anillos, el cual se encuentra en una menor proporción en la cera, alrededor de un 2% (Mellema, 2008).

Se pueden destacar algunos tipos de ceras como lo es la cera de abejas la cual es alta en diversos ésteres de cadenas largas y cortas. Los ácidos grasos libres en la cera de abeja tienen un total como máximo de 9 a 10%. La cera de abejas se compone principalmente por una mezcla de hidrocarburos, ácidos grasos libres, monoésteres, diésteres, monoésteres,

hidroxi-poliésteres, poliésteres de ácidos grasos y algunos compuestos no identificados. Cada clase de compuestos consiste de una serie de homólogos que difieren en longitud de cadena de carbono por dos átomos (Mellema, 2008).

La cantidad de pares n-alcanos (C22-C32) aumenta de color más oscuro en comparación con cera de abejas de color claro, probablemente debido a la acumulación de residuos de abejas que se encuentran en las celdas del panal de color más oscuro. También el tratamiento térmico aplicado durante la purificación puede resultar en cera de abejas un cambio significativo en su composición dependiendo de la temperatura y tiempo de calentamiento (Maia y Nuñez, 2012).

Finalmente, la cera de abeja suele contener: ácido esteárico en abundancia, ácidos grasos saturados (palmítico y tetracosanoico), ácidos insaturados (palmitoleico, oleico, linoleico, linolénico), además de alquenos como el z-9-tricoseno que está en menores cantidades que los n-alcanos presentes (Buchwald Robert, Breed Michael, Bjostad Louis, Hibbard Bruce y Greenberg Alan, 2009).

En las definiciones prácticas de las ceras se emplean propiedades físicas, en lugar de químicas; una cera debe ser sólida a 20°C (68°F), ser cristalina, fundir arriba de 40°C (140°F) sin descomposición; tener una viscosidad relativamente baja por arriba del punto de fusión, tener propiedades de consistencia y de solubilidad que dependan estrechamente de la temperatura y poder pulirse con la aplicación de una presión ligera (“Propiedades químicas de la cera,” 2014).

1.5 Propiedades farmacéuticas

Los esteroides son terapéuticamente útiles compuestos con eficacia para disminuir los niveles de colesterol. La incorporación de los esteroides a los diferentes alimentos puede ser conveniente. Sin embargo, la incorporación de esteroides en los alimentos es complicado por las propiedades físicas que poseen, además son difícilmente solubles en grasa o aceite. Los esteroides se encuentran como cristales en los productos alimenticios, estos cristales

están menos disponibles para reducir el colesterol en sangre que los llamados dispersos o "libres" (Mellema, 2008).

En cosmetología se emplea para cuidar la piel delicada, especialmente cuando está seca. Limpia la epidermis, suaviza y alimenta la dermis, previniendo de esta manera el envejecimiento cutáneo. Los productos que contienen cera de abejas suavizan la piel. La cera blanca entra normalmente en la composición de cremas nutritivas, astringentes, de limpieza, y en mascarillas para el cutis.

Se usa ampliamente en la preparación de cremas, pomadas, emplastos, creyones labiales, cremas limpiadoras y astringentes, mascarillas faciales y cremas de belleza. En la preparación de moldes para prótesis dentales, en la confección de pulimentos, así como en otros múltiples usos farmacéuticos, cosméticos, médicos e industriales.

Las propiedades terapéuticas de la cera de abejas eran conocidas ya en la antigüedad. Avicena en su famoso "Canon de la medicina" cita cierto número de fórmulas de medicamentos, en cuya composición figura la cera de abejas. La cera reblandece los tumores duros, también se dice que la cera succiona los venenos, por eso se aplica en forma de pomada sobre las heridas ocasionadas por el extremo envenenado de las flechas y así el veneno no aporta ningún daño.

Hoy en día, la cera de abeja sigue ocupando un destacado lugar en la preparación de medicamentos. Según la Farmacopea Estatal de la URSS, los emplastos, pomadas y cremas deben prepararse en las farmacias a base de cera de abeja. Sin esta sustancia no pueden ser preparados los emplastos: adhesivo, mercurial, de meliloto y de jabón; las pomadas: alcanforada, de cantáridas para usos veterinarios, de cera, de plomo, de zinc, entre otros. La cera de abejas es rica en vitamina A: 100 G de aquélla contienen 4096 U.I. (Unidad Internacional. 1 mg. de vitamina A corresponde a 3300 U.I.) mientras que la carne de res contiene tan sólo 60 U.I. de esta vitamina. Al usar preparados a base de cera de abejas, el cutis se hace suave y aterciopelado. La cera blanca figura en la composición de cremas, astringentes, de limpieza, blanqueadoras, así como de máscaras para el rostro. Constituye una excelente sustancia que sirve de base concentradora para la mayoría de los cosméticos. En Estados Unidos, al chicle (cera de los panales) se le atribuye ciertas propiedades útiles,

entre otras, la de activar la secreción de saliva y de jugo gástrico, así como la de eliminar los cálculos dentarios y las concentraciones de nicotina en los fumadores (Valega, 2008).

Mascar los caramelos de miel y de cera, sin duda, es cosa muy eficaz pues excita, por un lado, una fuerte secreción de saliva, favoreciendo la actividad secretoria y motriz del estómago y, por otro lado, eleva el metabolismo, ejerciendo una influencia benéfica sobre la circulación sanguínea y la capacidad de trabajo muscular. Además fortifica las encías (Valega, 2008).

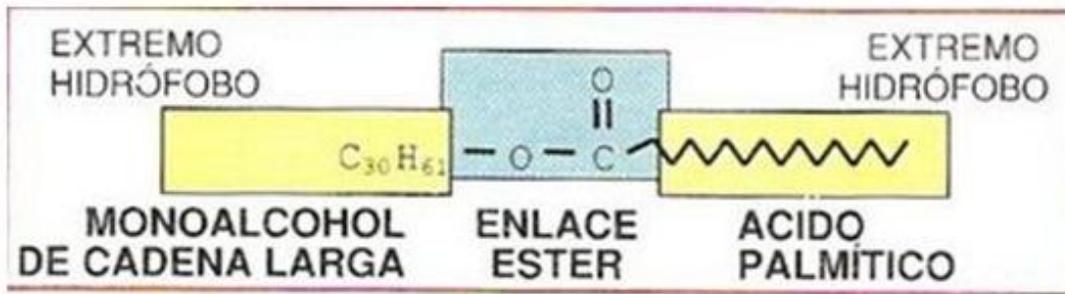
1.6 Composición química de la cera de abejas

La cera de abejas comprende al menos 284 compuestos diferentes, de los cuales 21 compuestos principales representan el 56% de la composición total de la cera. La composición promedio de la cera de abejas se presenta en la tabla 1 (Tulloch, 1971).

Tabla 1. Composición de la Cera de Abeja.

Componentes	Porcentaje (%)
Hidrocarburos	14
Monoésteres	35
Diésteres	14
Triésteres	3
Hidroximonoesteres	4
Hidroxipoliesteres	8
Ácido de monoesteres	1
Ácido de poliésteres	2
Ácidos grasos libres	12
Material no identificado	7

Figura 1. Estructura general de la cera de abeja



Fuente: Aceite-Grasa-Estructuras (2010).

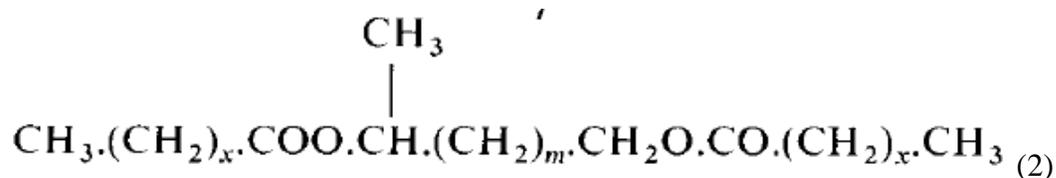
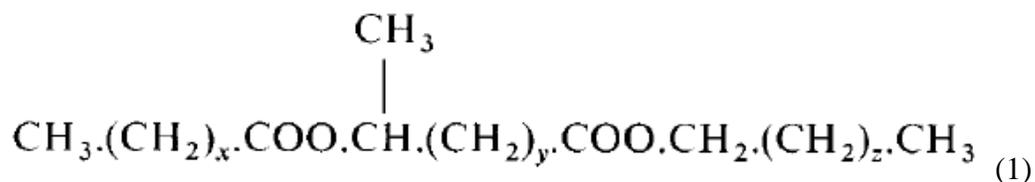
El análisis químico de la composición de la cera de abeja presenta un enorme desafío debido a la diversidad de componentes de la naturaleza de los lípidos; (Maia y Nuñez, 2012). Es necesario realizar algunos análisis para reconocer las estructuras presentes en la cera de abeja por ello cabe destacar que para dichos análisis es necesario utilizar cera de abejas sin refinar ya que la cera comercial podría haber sido afectada por el blanqueamiento y la refinación.

- ✓ La etanolisis, es usada para la escisión de ésteres de cera ya que el progreso de la reacción puede ser seguido por cromatografía en capa fina (TLC) y los productos convenientemente separados por cromatografía en columna
- ✓ La cromatografía de columna permite el fraccionamiento de la cera de abeja, las cuales se examinan mediante TLC, pero las fracciones no se identifican adecuadamente; por ello es esencial el uso de compuestos modelo para la identificación de diésteres, triésteres y hidroxieésteres.
- ✓ Durante el análisis de cromatografía en capa fina de ceras, las mezclas de benceno dan mejores resultados particularmente a temperatura ambiente. Después de la preparación del modelo de ésteres, se encuentran cloroformo libre de alcohol para dar una mejor resolución de más componentes polares. El cloroformo comercial contiene 1-2% v/v de etanol que tiene un gran efecto en la separación por TLC.
- ✓ Las estructuras se determinaron por TLC y cromatografía de líquidos de gas (GLC), y también por espectroscopia de NMR que es útil en la identificación de los ésteres gracias a los terminales CH₃ (de un número de compuestos modelo y ésteres de

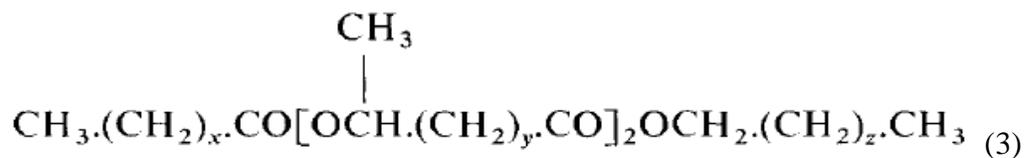
ceras).

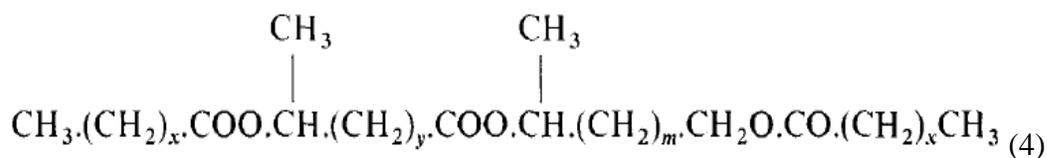
Monoésteres, representan alrededor de la mitad de los ésteres presentes en la cera de abejas. Mediante un análisis por cromatografía de líquidos de gas (GLC) mostró ésteres C₃₈- C₅₂, C₄₆ y C₄₈ con los mejores componentes. La hidrólisis dio C₁₆ y una pequeña cantidad de ácidos C₁₈ y Alcoholes C₂₄-C₃₄.

Diésteres, la GLC mostró que eran compuestos C₅₆-C₆₄. Las composiciones de los productos de hidrólisis mostraron que los diésteres se componen de aproximadamente el 80% ácido éster de hidroxilado (estructura 1) y alrededor del 20% de diol-ésteres (estructura 2)



Triésteres, El R_f de los triésteres fue el mismo que el de C₇₆ sintética triéster. Las cantidades relativas de productos de hidrólisis sugirieron la presencia de alrededor de 70% de triéster (estructura 3) y de aproximadamente 30% de triéster (estructura 4), donde el ácido hidroxilado ha sido reemplazado por diol y alcohol por un ácido graso.

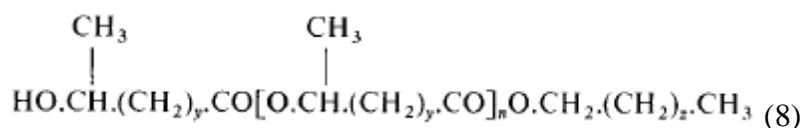




Hidroximonoésteres, los productos de hidrólisis confirmaron la estructura del componente principal como (5) y sugirió que alrededor del 20% de los hidroximonoésteres es dioles de monoésteres, estos tienen la estructura (6). El análisis por GLC, después de la acetilación, confirma que los hidroximonoésteres son compuestos C₄₀-C₅₀.

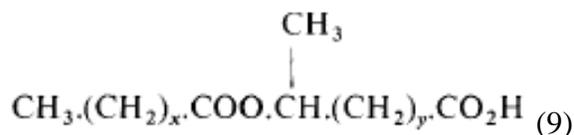


Hidroxipoliéster, el análisis por Cromatografía en capa fina (TLC) mostró que pocos hidroxidiéster estaban presente; el espectro de NMR mostró una proporción de hidroxilo libre de hidroxilo acilado de aproximadamente 1:3 hidroxilo sugiriendo tetraéster como una composición media. De nuevo son posibles dos tipos; estructuras (7) y (8).



Ácido de monoésteres, la GLC y la comparación con el metilo 17-L-

octadecanoyloxyoctadecanoate mostró la presencia de componentes C₃₂-C₄₄. La estructura (9) fue apoyada por los productos de hidrólisis.



Ácidos de poliésteres, la TLC y el espectro NMR confirmó que el éster metílico estaba presente pero GLC mostró material volátil. Alrededor del 20% del no identificado material es probablemente presente.

1.7 Purificación de la cera de abeja

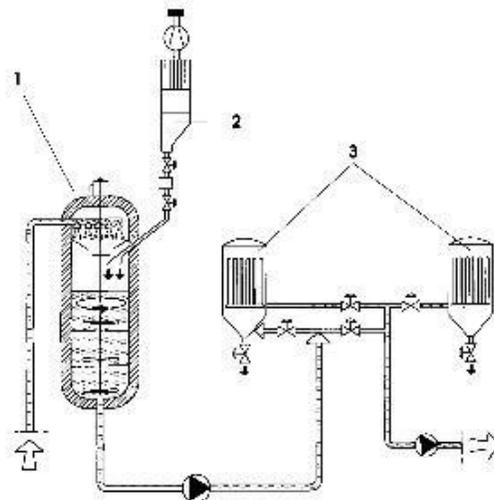
La cera de abejas, tal como se encuentra en los panales, es amarilla y tienen un olor particular análogo al de la miel. Para su purificación existen varios procedimientos:

En primer lugar, Midgley (1993) plantea que para purificar la cera se debe fundir en agua y después se le blanquea exponiéndola al sol. Para esto se vierte la cera fundida sobre un cilindro de madera, sumergido en parte de agua fría-caliente y se hace que gire con lentitud sobre su eje; la cera se reduce de este modo a láminas delgadas, que no se adhieren a la madera mojada; se le expone en seguida al sol colocada sobre un lienzo, y se le cubre con una tela clara para impedir que se ensucie.

De esta forma, el sol y la humedad atmosférica blanquean poco a poco la cera, a la que es necesario rociar con agua cuando no cae rocío durante la noche. Pero, rara vez sucede que resulte completamente blanca en toda su masa, si no se repite este procedimiento varias veces. Cuando aparece blanca se hace pasar por agua caliente y se vierte en moldes. La cera que ha sido purificada de este modo es blanca y translúcida en los bordes delgados; carece de olor y sabor y tiene un peso específico de 0.96 a 0.966. Se funde entre 64 y 65°C, pero a 30°C se vuelve blanda y flexible siendo así fácil de moldear. A 0°C y por debajo es dura y quebradiza.

En contraparte, Orantes (2012) patenta un proceso industrial de descontaminación de la cera de abejas, mostrado a continuación en la figura 2, en el cual se introduce la cera en un tanque de agitación a 90 °C, manteniéndola en este estado por unos 30 minutos para eliminar la humedad que esta pueda contener. Seguidamente, con la ayuda de un dosificador son agregadas al tanque tierras de diatomeas y carbón activado para que adsorban impurezas y blanqueen la cera, durante 30 minutos más con una agitación de 250 rpm. Después, la cera es pasada por unos filtros de placas y una laminadora.

Figura 2. Proceso Industrial de descontaminación de la cera



Fuente: Orantes (2012).

Asimismo, Nascimento (2008) explica que un método de purificación natural consiste en colocar la cera de abejas en baño maría a no más de 65°C para fundirla, luego dejarla enfriar y raspar las impurezas de las caras del bloque formado con un cuchillo, repitiendo el proceso varias veces.

También, comenta que se puede utilizar el proceso químico que consiste en la adición de ácido sulfúrico. El mismo, utiliza el 10% de ácido sulfúrico, el cual hace precipitar todas las impurezas y lo más importante, no deja ningún residuo.

1.8 Análisis para la identificación de contaminantes en la cera de abejas

Según el Instituto Nacional de Normalización de Chile (2007), para el control de calidad de la cera de abeja se deben realizar los siguientes análisis con el fin de detectar posibles contaminantes:

- a) Identificación de parafina.
- b) Identificación de ácido esteárico.
- c) Identificación de almidón.
- d) Identificación de grasa.
- e) Identificación de resinas.
- f) Identificación de minerales.
- g) Identificación de colorantes.

1.9 Cremas y pomadas de cera de abeja

Una crema según describe Lieberman (1989), se trata de una preparación líquida o semisólida que contiene el o los principios activos y aditivos necesarios para obtener una emulsión generalmente aceite en agua, con un contenido de agua superior al 20%. De esta manera, Villarreal (2004) agrega que son formas farmacéuticas, formadas por dos líquidos no miscibles, en el que uno de ellos está disperso en el otro en forma de pequeñas gotas, estabilizadas por la presencia de surfactantes o emulsificantes que actúan en la interfase.

Además, suelen ser sistemas con una consistencia blanda y flujo newtoniano o pseudoplástico debido al contenido acuoso, que tienen como finalidad proteger la epidermis de la agresión de agentes externos y devolverle a la piel, el conjunto de nutrientes necesarios para darle un aspecto sano y luminoso. Así mismo, según su formulación pueden propiciar efectos antibióticos, contribuir con la cicatrización de lesiones y el alivio de dolores.

Por su parte, para Irache (2012), una pomada es una preparación semisólida que consta de una base en una sola fase en la que se pueden dispersar sustancias líquidas o sólidas. Dicho de otro modo, a diferencia de la crema que es un sistema bifásico, la pomada

presenta una sola fase, lo que origina que esta fluya con mayor dificultad en comparación con las cremas que lo hacen más fácilmente. No obstante, el mismo autor expone que ambas preparaciones tienen un aspecto homogéneo y se formulan para conseguir una liberación local o transdérmica de los principios activos, o para generar una acción emoliente o protectora.

En este sentido, en el caso de las cremas y pomadas con cera de abeja, son diversos los estudios que confirman su poder antibiótico y cicatrizante sobre lesiones, en especial en las originadas por quemaduras, ya que atacan directamente a las bacterias *Klebsiella* spp. y otras Enterobacterias que originan la infección sobre este tipo de lesiones. Esto, en concordancia con Aguilera y otros (2006), para quienes las bacterias inhiben su crecimiento en las zonas donde se aplican los productos de colmena como miel y cera. Así mismo, Abdulrhman (2012), explica que las lesiones de mucosis oral pueden ser tratadas con formulaciones a base de miel y cera de abeja, con resultados equiparables a los medicamentos comerciales, porque la cera es insoluble con el agua y la saliva, generando con ello que la formulación permanezca durante un mayor tiempo sobre las lesiones.

Sin embargo, la aplicación antibiótica y sanadora de lesiones de quemaduras o heridas no es la única, según la formulación, las cremas y pomadas de cera de abejas también pueden estar destinadas a nutrir la piel, tratar estrías, arrugas, celulitis, acné y viejas cicatrices, para devolverle la lozanía, limpieza, presentación y con ello mejorar su estética.

1.10 Clasificación de las cremas

De manera general, las cremas pueden ser de dos tipos según la disposición de las fases en el sistema:

1.10.1 Hidrófobas o Emulsiones W/O: La fase continua o externa es la fase lipofílica debido a la presencia en su composición de tensoactivos tipo Agua en aceite (W/O). Para Torres (2013), deben usarse en casos de piel seca o dermatosis crónica, puesto que la fase

interna consiste en gotitas de agua rodeadas por la fase oleosa, que no se absorben con tanta rapidez en la piel y que tienen un efecto oclusivo que reduce la pérdida transepidérmica de agua en la piel.

1.10.2 Hidrofilicas o Emulsiones O/W: La fase externa es de naturaleza acuosa debido a la presencia en su composición de tensoactivos tipo aceite en agua (O/W), tales como jabones sódicos o de alcoholes grasos sulfatados y polisorbatos. Según Torres (2013), se recomienda para casos de piel normal o presencia de ligera resequedad, ya que las gotas oleosas que se sitúan dentro de la fase acuosa, se absorben rápidamente en la piel engrasándola sin dejar un rastro oleoso, mientras la parte acuosa se evapora generando un efecto refrescante.

1.11 Características de las cremas

Según Torres (2013), las cremas deben caracterizarse por presentar:

- a) Buena tolerancia en la piel, para que no cause irritación o sensibilización.
- b) Facilidad para transferir rápidamente a la piel las sustancias activas.
- c) Caracteres organolépticos agradables al consumidor (color, olor, textura).
- d) Estabilidad con el medio ambiente para que pueda conservarse.
- e) Invariabilidad del principio activo, es decir compatibilidad física y química entre los ingredientes y al material de almacenamiento.
- f) Consistencia conveniente para que pueda ser extendida fácilmente sobre la piel.
- g) Capacidad para incorporar sustancias solubles en agua y en aceite.
- h) Capacidad para actuar en piel grasa o seca.
- i) No propiciar la deshidratación o desengrase de la piel.

1.12 Función de los componentes de una crema

Miñana y Goncalves (2011), justifican la presencia de los componentes de una crema de la siguiente manera:

1.12.1 Constituyentes Oleosos:

Pueden ser de origen orgánico o mineral y se utilizan bien sea para que actúen como una barrera protectora contra la pérdida de humedad luego de la aplicación del producto sobre la piel, porque poseen características terapéuticas o porque pueden intervenir en el transporte de sustancias liposolubles como perfumes y pigmentos.

1.12.1.1 Aceites minerales, vaselina y ceras minerales: Los aceites minerales son hidrocarburos líquidos, las vaselinas hidrocarburos insaturados que humectan la piel y las ceras minerales hidrocarburos saturados de peso molecular elevado. Estas últimas, son utilizadas para modificar el comportamiento reológico de las formulaciones o para inhibir la cristalización de otros componentes.

1.12.1.2 Aceites y Grasas Vegetales y Animales: Contienen triglicéridos de ácidos grasos, insaturados o saturados, que presentan capacidad de penetración en los tejidos y contienen vitaminas, esteroides, lecitina que le confieren propiedades nutritivas y emolientes a la piel.

1.12.1.3 Ceras animales y vegetales: Son ésteres de ácidos grasos naturales, de esteroides o de alcoholes triterpénicos, que cuentan con una buena capacidad de penetración a través de la piel. Entre ellas se destacan la cera de abeja y la lanolina. La cera de abeja es un agente solidificante, antibiótico y cicatrizante. Mientras que la lanolina es un agente emulsificante, transportador de sustancias liposolubles y emoliente, que reemplaza la grasa natural de la piel y contribuye con su elasticidad.

1.12.1.4 Alcoholes grasos y esteroides: Son usados como emolientes por su poder de penetración en la piel, neutralizan parcialmente el poder de oclusión de constituyentes menos polares y disminuyen la fluidez de muchas preparaciones, sin alterar sus propiedades reológicas.

1.12.2 Agua y constituyentes polares:

1.12.2.1 Agua: Es el más utilizado por su compatibilidad y se usa en su forma destilada o desionizada, ya que ciertos iones pueden causar efectos como enranciamiento de aceites vegetales y animales, desestabilización de emulsiones, coloración indeseable y desarrollo de bacterias.

1.12.2.2 Alcoholes: Son utilizados como solventes, desinfectantes y astringentes. Su evaporación rápida le proporciona a la piel un efecto refrescante. Poseen una buena capacidad de penetración de la piel y mejoran las propiedades reológicas.

1.12.3 Agentes viscosantes:

Se trata de compuestos hidrófilos de origen vegetal, animal o sintético. Son empleados para espesar las preparaciones que tienen baja viscosidad y para estabilizar las emulsiones de fase continúa acuosa. Los más comunes son: los mucílagos vegetales (goma arábica, goma tragacanto), los alginatos, los derivados de la celulosa (metilcelulosa y carboximetilcelulosa), las proteínas y los productos de degradación (gelatina) y ciertas sustancias vegetales como la bentonita.

1.13 Pruebas de control de calidad de las cremas

Para garantizar la calidad de las cremas, Torres (2013) presenta el siguiente listado de pruebas:

- a) Estabilidad de activos.
- b) Estabilidad de coadyuvantes.
- c) Comportamiento reológico: consistencia, extensibilidad.
- d) Pérdida de agua y otros componentes volátiles.
- e) Homogeneidad: separación de fases, formación de exudados.
- f) Tamaño de partícula de la fase dispersa: distribución de tamaño.
- g) pH.
- h) Contaminación por partículas extrañas o microorganismos.

1.14 Formulación de cremas y pomadas de cera de abeja

De manera general, para obtención de la crema, se deben mezclar por separado los componentes de cada fase en caliente, luego incorporar una fase en la otra, mezclar, enfriar y homogeneizar. No obstante, para las pomadas, la preparación es un poco más sencilla,

pues se prepara una sola fase, tal como se visualiza seguidamente en las figuras 3 y 4.

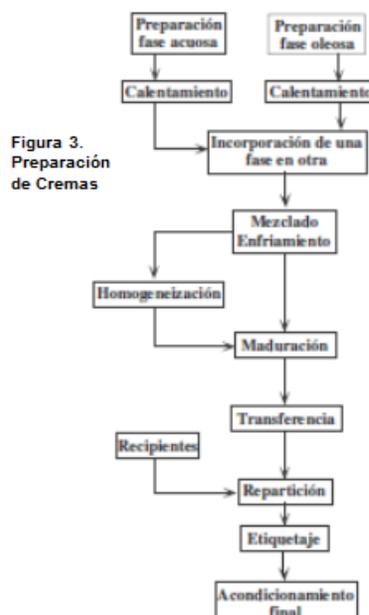
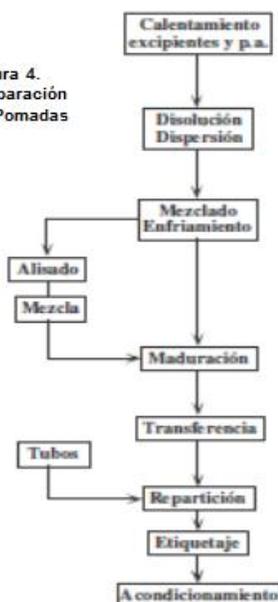


Figura 4. Preparación de Pomadas



Fuente: Irache, J. (2012).

En este sentido, los componentes de las cremas o pomadas se elegirán de acuerdo al objetivo que se persiga con la aplicación de la crema, pues como ya se ha discutido en apartados anteriores, las cremas con cera de abeja según su formulación, pueden presentar diversos beneficios para la piel. Así, la cera puede emplearse como componente en cremas humectantes, para quemaduras, estrías, arrugas, celulitis, bálsamo labial y hasta para protector solar.

En el caso de las cremas hidratantes, Solé (2014), propone una crema (O/W) formulada con 68% de agua, 23,7% de aceite de coco, 30% de cera de abeja y 0,3% de esencia, que busca humectar y devolverle la lozanía a la piel, producida a partir del calentamiento en baño de maría y mezclado por separado de cada una de las fases, para posteriormente, integrar poco a poco en forma de hilo la fase oleosa a la acuosa mediante el mezclado permanente en un equipo especial. Esta formulación puede ser mejorada, si se adicionan otros componentes antibióticos y beneficiosos para la nutrición de la piel como el gel de aloe vera y la vitamina E.

También, se ha elaborado según la Revista del Consumidor (2005), a partir del uso

aproximado de 67,7% aceite de almendras (puede sustituirse por algún otro aceite vegetal, como aceite de oliva puro, de aguacate o germen de trigo), 23,7% de lanolina, manteca de cacao 2,2 %, cera de abeja 6,5 %, agua caliente y esencia de rosas (o cualquier tipo de aroma), una crema humectante para piel seca. Desde la perspectiva más general, el proceso para la obtención de dicha crema, consiste en agregar a un recipiente la cera de abeja y la manteca de cacao, llevarlo a baño María, remover hasta fundir y posteriormente, añadir la lanolina y el aceite de almendras. Luego, se retira del baño de maría, se le adiciona el agua caliente, se mezcla de manera constante hasta que tome una apariencia cremosa y finalmente, se incorpora la esencia.

Por su parte, en cuanto a las quemaduras, Remiro (2000) presentó una patente de una pomada para quemaduras, cuyo objetivo es regenerar heridas causadas por quemaduras, con un efecto cicatrizante que no deja marcas posteriores. Para la misma, empleó 77 % de aceite de oliva, 8 % de cera de abeja y 15 % de ramas de sauco. En su elaboración, se calienta el aceite de oliva a 180 °C, luego se adicionan las ramas de sauco, previamente troceadas, se deja a cocción hasta extraer todo el zumo de sauco y se filtra en caliente. Posteriormente, se añade la cera de abeja y se mezcla hasta homogeneizar.

Algunas variaciones en la formulación de la pomada para quemaduras son las propuestas por Lombardero (2011) y Herrero (2000). El primero usa 20% de aceite de oliva, 20% de cera de abeja, 15% de corteza de saúco y 45 % de castañas peladas, logrando una pomada que alivia el dolor y picor del paciente con quemaduras. Para su obtención, las castañas troceadas y las raspaduras de corteza de sauco, son mezcladas con el aceite de oliva y calentadas durante el tiempo apropiado hasta conseguir una buena cocción, luego es integrada la cera de abeja y finalmente la formulación es filtrada.

Mientras que Herrero (2000), patentó una pomada hecha por triturado, cocción y posterior filtrado, en la que intervienen las siguientes materias primas: aceite de oliva 45%, cera de abejas 5%, colofonia 5%, ajo 5 %, romero 4%, celidonia 5%, sauco 7%, laurel 3%, siempreviva 8%, cañada de huesos 4 %, diaquilón, celidonia 4%, aceite de almendras 2 %, sulfato de aluminio 2 %, oxido de zinc 2 % y sulfato de potasio 2%, para el tratamiento

tópico de quemaduras, obteniéndose una rápida curación libre de cicatrices.

Dentro del mismo contexto, se ha conseguido evidencias del uso de la cera de abejas en una crema fría de limpieza (cold cream), propuesta por Goncalves y Miñana (2011). Este tipo de crema es utilizada como agente de limpieza y humectante, presenta un contenido elevado en componentes lipídicos y como variante de las formulaciones anteriores, emplea como la cera de abejas y el bórax, en las siguientes proporciones: aceite 50%, cera de abejas 6-7%, bórax 1-3%, agua 40%.

Dentro de este marco, Campos (2013) plantea también una crema para estrías, que incluye entre sus componentes 90% de cera de abeja, 10% de aceite de almendras dulces, una relación de gotas por cada 100 gramos de cera de abeja: 10 gotas de tintura madre de cola de caballo y de 5 gotas de rosa mosqueta. Para su elaboración, se procede a derretir la cera de abeja en un recipiente en baño de maría, una vez derretida, se añade el aceite de almendras dulces y la tintura de cola de caballo, se mezcla y finalmente se agrega el aceite de rosa mosqueta. Cabe mencionar, que García (2013) presenta una crema similar, pero esta vez destinada al tratamiento de la celulitis, constituida por aceite de coco, cera de abejas rallada, hamamelis, aceite de enebro, aceite de romero, aceite de pomelo y aceite de ciprés.

Ahora bien, otra variante que se presenta, es un protector solar formulado por González (2014), cuya composición aproximada es 60% Aceite, 40% cera de abejas y óxido de zinc de grado USP. La técnica aplicada, es similar a lo anteriormente expuesto y consiste en derretir la cera en el aceite y agregarle polvo de óxido de zinc.

Por otra parte, Guerra (2014) describe un bálsamo labial a base de cera, que aunque se desvía de la idea principal de la elaboración de una crema, se vincula porque la fórmula se constituye principalmente de cera de abeja, combinado con aceite de almendras dulces, aceite de vitamina E y aceite esencial. El procedimiento aplicado, es semejante a los anteriores, con la variación que se agrega más cera de abeja, con la finalidad de que tenga un aspecto más sólido.

Resulta interesante mencionar, que una vez culminado el proceso de obtención de la crema es necesario proceder a envasarla, para su conservación y posterior comercialización. Para ello, la crema es depositada en recipientes con tapa y conservada en un lugar fresco, seco y oscuro. El envase deberá contener una etiqueta con el nombre del producto, la fecha de elaboración y la fecha de caducidad.

1.15 Cera de moldear de abeja

La cera de moldear o plastilina, según describe el portal web Ecuared (2014), es un material moldeable, plástico de colores variados que contiene entre sus componentes: aceite, cera, zinc, azufre y cadmio. Es un polímero; es decir, un compuesto formado por una larga cadena de pequeñas moléculas idénticas unas de otras. De acuerdo con las características de las moléculas los polímeros pueden ser sólidos o líquidos; en este caso, la plastilina es sólida pero si se expone al calor se derrite y se vuelve líquida para volverse a solidificar al enfriarse.

La plastilina, como plantea la Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte (2010), es usada frecuentemente por los niños y las niñas de todas las edades para jugar, también para realizar maquetas o trabajos del colegio o el jardín infantil. Según estudios que se han hecho, trabajar con plastilina ayuda a que los pequeños mejoren su desarrollo y destreza con las manos, también la imaginación. Los niños nunca van a tener miedo de dañar un pedazo de plastilina: eso permite que se acerquen a este material con total confianza y libertad.

De igual manera, la cera de moldear además de ser formulada para el uso de los infantes, según su composición tiene diversas aplicaciones, entre las que destacan la utilización en el modelado de esculturas y piezas odontológicas. Esto, gracias a que se puede mezclar un tipo de cera con otras o con sustancias que ayuden a reforzar, ablandar o modificar cualquiera de las propiedades mecánicas de este producto con fines muy diversos. La cera de abeja es una sustancia natural con una larga historia como medio escultórico, habiéndose utilizado desde siempre para los modelos de los vaciados en bronce.

De este modo, Midgley (1993) expone que la cera de abeja virgen exenta de aditivos, se puede utilizar como material de modelado, siendo necesaria tan solo la ayuda de espátulas metálicas o similares calentadas con hornillo de alcohol o mediante otros procedimientos parecidos. Con mucha frecuencia y para facilitar esta labor, se emplean compuestos en los que se utilizan productos que dan mayor plasticidad a la cera, como la vaselina, la manteca, el aceite o la esencia de trementina: al ablandar la cera, esta se puede modelar con más facilidad, hasta el punto de poder dar forma con el calor de las manos.

Por su parte, en la elaboración de mezclas ceras se puede improvisar en cuanto a la cantidad de los distintos componentes, pero conviene adquirir previamente un mínimo conocimiento con la observancia y el respeto por fórmulas tradicionales como base inicial. En general, según el mismo autor, la preparación del compuesto suele ser la misma para casi todos los casos: se funde la cera al baño de maría y luego se agregan los demás productos que se tendrán que fundir y mezclar con la cera, mientras se remueve el producto, mezclando bien durante algunos minutos para evitar la formación de grumos.

En ciertas fórmulas se suministra el color al añadir pigmentos en polvo y en algunas ocasiones la cera de abejas se puede sustituir por parafina, la manteca por aceite (e incluso margarina) y la esencia de trementina por aguarrás simil. Por supuesto, no es un material apropiado para formas de grandes dimensiones debido a sus propias limitaciones de carácter mecánico, pero puede servir para configurar modelos de tamaño medio o como superficie de recubrimiento.

Por otro lado, debe comentarse que hasta hace muy poco, para el modelado se utilizaba en gran medida la cera de abeja, sin embargo, debido a su alto costo, se ha visto ampliamente remplazada por las ceras micro cristalinas, más económicas, estos nuevos tipos de cera son subproductos de la industria del petróleo y se produce en diversas mezclas, proporcionando al escultor ceras duras, blandas y dúctiles, apropiadas para los diversos tipos de modelado, aunque estas son más contaminantes.

1.16 Tipos de ceras para moldear

1.16.1 Cera roja: Es una cera dura y como es muy apropiada para vaciados, se modela normalmente sobre un macho. Es una cera para todo uso, que se modela como si fuera una arcilla para hacer una figura capa a capa.

1.16.2 Cera blanca: Es un medio solo para modelado y su fórmula proporciona un fino detalle.

1.16.3 Cera de abeja: Es una sustancia natural con una larga historia como medio escultórico y modelado.

1.17 Propiedades de la cera de moldear

Para Navarro (2005), las plastilinas o ceras de moldear, deben contar con las siguientes propiedades:

- Ser utilizable más de una vez.
- Ser maleable, pero de una manera que los objetos modelados no pierden su forma después de modelados.
- Ser adecuados para el modelado de objetos grandes y pequeños.
- No ser pegajosa ni desmoronarse durante el uso.
- Totalmente saludable para las personas y el ambiente.

1.18 Formulaciones de la cera de moldear

El reconocido portal web Formoso Procesos industriales, presenta la fórmula de una pasta semisólida o plastilina, destinada al uso de los niños, en la que se emplea como constituyentes: cera de abejas, lanolina, aceite de oliva y colorantes naturales. Para su elaboración, primeramente la cera y la lanolina son fundidas en aceite de oliva al baño de maría. Luego son mezclados hasta homogeneizar y el producto es vertido en un recipiente plano donde se le integrará el colorante deseado. Finalmente, es dejado enfriar a temperatura ambiente y es cortado en láminas o barras.

De igual manera, Ybarra (2010) expone algunas fórmulas para la obtención de la cera para moldear, empleando el mismo procedimiento anterior, pero con algunas variaciones en los ingredientes. La primera formulación, emplea los mismos ingredientes e integra un copal blanco que se adiciona al mismo tiempo de la cera de abeja para que se funda. Por su parte, la segunda usa cera de abejas, parafina y brea en iguales composiciones, 33,3 %, añadiendo para que funda la brea antes que la cera y la parafina. Mientras que en la tercera posibilidad, plantea la utilización de una mezcla de cuatro partes de cera, tres de trementina blanca y un poco de aceite de oliva y minio o arcilla roja para colorearla y hacerla opaca. Es importante mencionar que la cera obtenida puede ser mejorada al agregarle petrolato para brindarle una mayor maleabilidad.

Asimismo, Franco (2010), describe tres ceras de moldear con diferentes durezas, las cuales varían de acuerdo a la composición de sus ingredientes, tal y como se muestra seguidamente en la tabla 2. Para su preparación, la cera es triturada y puesta a fundición en baño de maría a temperaturas entre 63 y 67° C, luego es añadida y mezclada de forma constante la parafina a 58° C, posteriormente, es adicionada la colofonia con agitación permanente a 90° C y una vez fundida la colofonia es agregada la brea en la composición deseada. Seguidamente, el producto es filtrado en un colador de hierro y vaciado sobre un molde de yeso hasta que alcance la temperatura ambiente.

Tabla 2. Ceras de moldear de diferentes durezas.

Componente	Cera dura	Cera media	Cera blanda
Cera de abeja	40%	45%	40%
Parafina	40%	30%	30%
Colofonia	20%	20%	20%
Aceite Mineral	-	10%	-
Brea	Opcional al gusto	Opcional al gusto	Opcional al gusto
Fundición	60/67°C	50/57°C	Menos de 93°C

Fuente: Franco (2010).

Además, la empresa Stockmar utiliza en la fabricación de su cera de modelar las siguiente materias primas: parafina 64 %, cera de abeja 30%, trementina de Venecia 3 % y 3% de pigmento, obteniendo un producto con excelentes propiedades de modelado, seguro para la salud de los consumidores y el medio ambiente con una amplia paleta de colores.

1.19 Creyones de cera de abeja

Los creyones de cera o barras de cera, según Rena (2008) están compuestos por un pigmento de colorante y cera, que se utilizan de la misma manera como si fuesen lápices de colores. Forman trazos anchos y suaves, pueden afilarse aunque no duren mucho afilados y si se utilizan suavemente formarán señales granuladas que se mostrarán en gran proporción en el papel blanco. Este efecto se puede aprovechar para colorear objetos con textura.

Asimismo, Ecuared (2014) agrega que los creyones son un instrumento indispensable para el fomento de la imaginación en el niño puesto que con ellos pueden estimular sus capacidades artísticas y son la mejor opción para promover el desarrollo y la motricidad fina en los más pequeños. Además, a los niños les gusta cubrir con suavidad y rapidez amplias superficies y experimentar una gran gama de colores.

Por lo general, los creyones están hechos de dos productos básicos: cera de parafina y pigmento en polvo. De este modo, Gil (2013) expone que la cera se almacena en tanques calentados donde se añaden los pigmentos y se mezclan. A continuación, la mezcla se vierte en moldes de lápices de colores a partir de la punta y se llenan hacia arriba. Una vez que la mezcla de cera se enfría, se inspecciona cada lápiz y si el lápiz no pasa la inspección, se envía de nuevo a ser fundido y moldeado, mientras que el resto de los lápices de colores se introducen en un cilindro. Por su parte, las etiquetas se incorporan después en un cilindro giratorio, mientras que un rodillo las presiona contra pegamento, envolviéndola alrededor del lápiz dos veces para dar fuerza al creyón.

Es de resaltar, que la incorporación de cera natural de abeja en la fabricación de creyones, es de suma importancia para que el producto no sea tóxico, en virtud de que los

principales usuarios son niños en su más temprana edad. Así, como materia prima esencial la cera de abeja puede llegar a constituir hasta el 60 % del total de la formulación y es conveniente que contenga pigmentos orgánicos vegetales.

1.20 Características y propiedades de los creyones de cera

Según comenta Ecuared (2014) y Cinvestav (2013), los creyones de cera deben presentar las siguientes propiedades:

- Consistencia y plasticidad (suavidad o dureza), es decir, deben ser resistentes a la rotura por manipulación.
- Adherencia al papel, dicho de otro modo, que durante los trazos no queden residuos en forma de grumos sobre el papel.
- Capacidad de deslizamiento sobre el papel para facilitar la pintura.
- Vivacidad y brillo de los colores.
- Marca y nombre del fabricante, país de origen y, lo más importante, el empaque debe indicar con un claro distintivo que no son tóxicos.
- Lavable fácilmente de las mesas, paredes o cualquier superficie.

1.21 Calidad de los creyones de cera

Para Gaytan (2005), las pruebas para el control de calidad de los creyones de cera deben ser:

- Grado de toxicidad.
- Dureza.
- Suavidad en la escritura.

- Calidad cromática.
- Punto de fusión.

1.22 Formulación de los crayones de cera

En lo que respecta a técnicas o procedimientos realizados para la elaboración de crayones utilizando cera de abeja, se ha encontrado lo siguiente:

Gaytan (2005) presenta la elaboración de crayones a partir del cerote, donde la materia prima es obtenida de la planta de candelilla. Los crayones básicamente están compuestos de cera de candelilla entre 50 y 90%, cera de abeja o parafina en un porcentaje de 7 a 43% y un colorante vegetal o sintético de composición entre 3 y 7%. Cabe destacar, que la cera de candelilla, permite aprovechar su calor latente de fusión para fundir otras ceras que sean adicionadas a la composición, disminuyendo con ello el uso de energía.

En tal sentido, para la técnica de obtención de crayones con parafina y cera de abeja, se procede a fundir la cera de candelilla (65-69°C), una vez completado el proceso, se filtra y se decanta la cera resultante. Luego, en proporción de 70% de cera de candelilla, se coloca en una marmita con control de temperatura, se le adiciona cera de abeja al 13%, 10% de parafina y 7% de colorante, se agita la mezcla hasta homogeneización, se vierte en moldes adecuados y se enfría a temperatura ambiente.

Por otro lado, Johnson (2013) da a conocer una formulación de crayones de cera con jabón rallado, cera de abejas y pasta colorante para alimentos. En ella, funde partes iguales de cera de abeja y jabón rallado a alta temperatura por unos 30 minutos, se remueve hasta que la mezcla esté suave y se le adiciona el pigmento poco a poco. Posteriormente, se vierte la mezcla en un molde de aluminio, previamente rociado con aceite, con el propósito de que el aceite permita remover fácilmente los crayones del molde cuando se enfríen.

De igual manera, Martínez (2013) formula la fabricación de crayones a partir de una composición aproximada de 90% cera de carnauba (cera de palma) y 10% de cera de abeja,

complementada con pequeñas proporciones del colorante seleccionado, como pigmentos de la tierra, colorantes cosméticos, tiza o gel colorante alimentario. El proceso consiste en fundir en un recipiente la cera carnauba completamente antes de añadir la cera de abeja, adicionar el pigmento en la cera y mezclar hasta homogeneizar. Luego, se deposita la cera de color en el molde. Es importante destacar, que los lápices de colores se endurecen a temperatura ambiente durante al menos 2 horas.

Capítulo 2

Objetivos y plan de trabajo

2.1 JUSTIFICACIÓN

A través del tiempo el hombre ha desarrollado un sin número de herramientas tecnológicas cuyo enfoque ha sido siempre mejorar la calidad de vida de los seres humanos. De esta manera, el acelerado crecimiento y modernización pone de manifiesto la necesidad de estudiar las propiedades de los recursos naturales para ser utilizados o transformados y obtener productos terminados con el firme propósito de satisfacer las necesidades de la sociedad actual. En este sentido, la industria cosmética ha desarrollado una gran variedad de productos de cuidado personal (cremas, gel, jabones, entre otros) para cuidar la salud y apariencia física a base de esencias y productos de origen natural y en algunos casos a base de productos sintéticos derivados del petróleo.

En correspondencia con lo anterior, el trabajo experimental realizado se enfoca en la elaboración de una crema dermocosmética y un jabón aprovechando las propiedades de la cera de colmenas de abejas. La línea de producción, tiene sus bases en la purificación de la cera para eliminar los residuos y posteriormente se adecua en una suspensión en aceite de ajonjolí. En el jabón por su parte, la cera actúa como ácidos grasos, haciendo uso de doble afinidad de sus micros constituyentes.

Esta idea surge de la necesidad de crear un producto 100% natural, para disminuir el uso de los productos sintéticos que a largo plazo provocan daños sobre la salud. La cera de abeja es rica en humectantes, fomenta la reproducción de células y protege la piel de los factores dañinos del medio ambiente, crea una capa protectora de larga duración contra los elementos. Además, las propiedades organolépticas de la cera hacen que la nutrición sea natural e incluso, la cera es un producto no perecedero, esta cualidad hacen que biológicamente sus propiedades permanecen activas.

Por otro lado, la elaboración de pomadas y productos cosméticos a base de cera de abeja u cualquier otro producto sin aditivos químicos, favorece la absorción de los nutrientes sobre la piel.

El presente trabajo experimental se encuentra basado en el estudio de una serie de tópicos dentro de cuales se encuentran los surfactantes y su importancia en la formulación adecuada de mezcla para obtener la consistencia conveniente y precisa de un jabón cuya acidez sea compatible con la piel del ser humano. De igual manera, permite concluir que el proceso de elaboración de pomadas a base de cera de abeja, son de alta factibilidad, debido a que la cantidad de cera empleada no es elevada, siendo esta la materia prima de mayor costo.

Académicamente la revisión bibliográfica, experimentación y elaboración de un producto comercial, favorece el proceso de aprendizaje, ya que, permite aplicar los conocimientos teóricos y observar el comportamiento real de las soluciones y mezclas que son la base sobre la cual se fundamentan los procesos industriales.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo general:

- Aprovechar tecnológicamente la cera de abeja para la obtención de productos sintéticos orgánicos, no tóxicos para el ser humano.

2.2.2 Objetivos específicos:

- Obtener una crema dermocosmética a partir de cera de abeja y aceite de ajonjolí.
- Producir jabón utilizando como materia cera de abeja y aceite de ajonjolí.
- Estudiar las propiedades químicas y físicas de los productos obtenidos para su correcta formulación.

Capítulo 3

Procedimiento experimental

3.1 Purificación de la cera de abeja

3.1.1 Materiales

- Espátulas.
- Cuchillo.
- Olla pequeña (baño termostatzado).
- Papel Periódico.
- Plancha de Calentamiento.
- Envase desechable.
- Cera de abejas (Apícola Miel Vital, Mérida, Venezuela).

3.1.2 Metodología Experimental

La cera de abeja natural se debe purificar, para ello se cortan pequeños trozos de la misma y se disponen en un envase desechable el cual se sumerge en un baño termostatzado para fundirla completamente. Una vez que la cera se encuentra completamente liquida, lo cual ocurre a una temperatura aproximada de 82°C, se deben remover, con la ayuda de una espátula, todas las impurezas, las cuales se encontraran flotando en la superficie del liquido o sedimentadas en el fondo del envase. La cera de abeja deberá ser pesada antes y después de la purificación, esto con el objetivo de obtener el rendimiento de recuperación. Al finalizar el proceso se debe colocar la cera de abeja en envases de fácil desmolde para que solidifique, posteriormente continuar con la ayuda del cuchillo raspando las impurezas hasta que la cera de abeja quede completamente limpia.

3. 2 Obtención de crema a base de cera de abeja a distintas composiciones

3.2.1 Material de Laboratorio.

- Cera de abeja purificada.
- Aceite de ajonjolí.
- Plancha de calentamiento.
- Termómetro.
- Probeta.
- Pipeta.
- Envase de vidrio.
- Envases de plástico pequeño.
- Espátula.
- Cuchillo.
- Olla pequeña de acero o aluminio.
- Pinza.
- Balanza.
- Agitador.
- Periódico.

3.2.2 Metodología Experimental.

3.2.2.1 Peso de la cera y medición del aceite

Se pesa la cera ya purificada para preparar las cremas con distintas composiciones de cera de abeja de acuerdo con la tabla 3, donde cada grupo tendrá dos muestras problema. Es importante colocar la cera sobre un papel parafinado o periódico. Se mide el porcentaje de cera asignado, completándolo con aceite de ajonjolí en un cilindro graduado; de ser necesario usar la pipeta, hasta lograr un total de 40g de crema.

Tabla 3. Composición de cera de abeja para cada muestra problema.

Muestra	1	2	3	4
Crema a (%)	5	10	15	20
Crema b (%)	35	25	35	30

3.2.2.2 Montaje del equipo para la producción de la crema

Posicionar la olla de acero o aluminio sobre la plancha de calentamiento, verter agua dentro de la misma hasta alcanzar una altura de aproximadamente 2 a 3 cm. Es importante no agregar agua en exceso pues cuando la misma comience a hervir puede trasvasarse al envase donde se encuentra dispuesta la cera. Introducir la cera dentro de un envase de vidrio y posicionar dicho envase dentro de la olla, verificar que el nivel del agua este por debajo de la mitad del envase de vidrio, de lo contrario retirar el exceso de agua. Proceder a calentar hasta ebullición, (para la presión del laboratorio = 620mmHg la temperatura de ebullición debería de ser 94,32 °C) y esperar a que la cera se funda, esto debería ocurrir a una temperatura de aproximadamente 63°C. Debido a que el contacto es indirecto el proceso ocurre muy lentamente. Cuando la cera se encuentre completamente líquida agregar el aceite de ajonjolí, y remover constantemente hasta conseguir una mezcla homogénea.

Se debe almacenar la crema producida en recipientes de plástico, posteriormente se harán pruebas para la determinación de sus propiedades físicas.

3.2.2.3 Tratamiento posterior una vez mezclado el aceite y la cera.

Con la ayuda de un set de pinzas retirar el envase de vidrio y verter la mezcla dentro del envase pequeño de plástico.

Para la muestra problema N°1, se debe someter ambas mezclas a un enfriamiento drástico, es decir, después de trasvasar la solución al envase plástico, colocar en la nevera durante 15 ó 20 minutos, hasta observar la formación de una emulsión.

Para las muestras problema N° 2, 3 y 4: someter las mezclas a un enfriamiento relativamente lento, es decir, después de trasvasar la solución al envase plástico, comenzar a remover constantemente hasta lograr el enfriamiento y la suspensión.

3.2.2.4 Determinación de las Propiedades Físicas de las Cremas a distintas composiciones.

Se lleva a cabo, un análisis sensorial de cada muestra de crema y se evalúan del 1 al 5, los siguientes aspectos:

- **Nivel de grasa:** evaluar el grado de aceite en la piel después del uso de la crema.
- **Esparcimiento:** facilidad de expansión de la crema sobre la superficie de piel.
- **Olor:** aroma de la crema.
- **Color:** confianza del usuario al observar el color de la crema.
- **Apariencia:** observación de gránulos o impurezas en la crema.
- **Consistencia:** homogénea o heterogénea.

3.3 Elaboración de jabón a base de cera de abeja

3.3.1 Material de laboratorio:

- 50g Cera de abeja purificada.
- Hidróxido de sodio (96%, IQE).
- Solución saturada de NaCl. (99,5%, Riedel Haen).
- Plancha de calentamiento.
- Termómetro.
- Probeta.
- Pipeta.
- Envase de vidrio.
- Olla pequeña de acero o aluminio.

- Agitador.

3.3.2 Metodología Experimental

Pesar el papel de filtro y la muestra a tratar en un envase de vidrio, usar los mismos porcentajes de cera y aceite utilizados en la formulación de cremas. Se debe preparar una solución de Hidróxido de Sodio para 70% de saponificación (haciendo los cálculos correspondientes y agregando el Hidróxido de Sodio a una relación de 345g Agua/1000g Aceite. Para el aceite $0.134 \times 0.7\text{gNaOH/ gAceite}$ y para la cera $0.067 \times 0.7 \text{gNaOH/gAceite}$) que se debe llevar a un baño termostatzado, manteniéndose a una temperatura entre 70°C. Agitar la mezcla constantemente para mantenerla homogénea hasta la formación de una solución viscosa con espuma. Para saber si la reacción ha terminado, tomar una pequeña muestra de la mezcla y agregar agua, si la muestra no se disuelve, se debe continuar el calentamiento. Posteriormente envasar la pasta de jabón dentro de un recipiente de fácil desmolde para darle forma, al cabo de 3 días retirar la pasta y almacenarla dentro de una bolsa de papel hasta por 28 días. Medir el pH del jabón cada semana.

3.4 Sistemas dispersos y espumas

3.4.1 Formulación

3.4.1.1 Material de Laboratorio

- Solución de jabón al 1%.
- Agua destilada.
- Plancha de calentamiento.
- Balanza analítica.
- Vasos de precipitado.
- Balones aforados.
- Cilindro graduado.

- Metro.

3.4.1.2 Procedimiento Experimental

Para el análisis de la espuma se debe aplicar el método de Ross-Miles, el cual se emplea para la determinación de la espumabilidad, este es un método normalizado donde se fijan las condiciones de experimentación con la finalidad de reducir la espuma a partir de una solución de tensoactivo midiendo la altura de la espuma producida. Preparar 250 ml de una solución de jabón al 1%.

La medición se basa en la norma ASTM D 1173-53. La solución espumante se calienta hasta 49°C (120°F); luego se adicionan 50 ml de la misma solución en el fondo de un cilindro de vidrio de 1 m de altura y 5 cm de diámetro el cual está termostaticado a 49°C, de la misma manera se dispone dentro de un embudo de decantación la solución restante (200ml). Posteriormente se debe medir 1 metro de altura entre la solución del cilindro y la boquilla del embudo. A continuación se calcula que la boquilla quede en dirección al cilindro y se abre totalmente la válvula del cilindro, dejando caer toda la solución sobre el cilindro. En el momento exacto en el que se abre la válvula, se inicia el cronómetro. Se realizaran intervalos inicialmente de 30 segundos, luego de que los cambios de altura no sean muy notables se aumenta el intervalo a 1 minuto y finalmente 15 minutos. Las variaciones de altura deben ser reportadas al igual que las del tiempo.

La solución forma una espuma al caer sobre la solución del fondo del cilindro. La altura máxima alcanzada (H_{max}) representa la espumabilidad de la solución, esta última se mide entre el tope de la espuma generada y la altura correspondiente a los 250 ml de la solución en el fondo del cilindro, es decir, cuando la espuma ha desaparecido completamente.

La incertidumbre de las medidas está ligada principalmente a la dificultad de la lectura de la altura de la espuma y corresponde a la apreciación del cilindro graduado.

3.4.2 Barrido de la formulación

3.4.2.1 Materiales y Reactivos

- Pipeta de 10ml.

- Pipeta de 5ml.
- Cilindro graduado de 10ml.
- Solución jabón de sodio al 10%.
- Solución de NaCl al 10%.
- Querosén.
- Pentanol.
- Agua destilada.

3.4.2.2 Procedimiento Experimental

Se procede a agregar en un cilindro graduado 10ml (sin incluir los 0,5ml de pentanol) con la siguiente composición, en el orden reportado:

- ✓ Solución de NaCl en la cantidad necesaria es decir cada grupo tendrá un % de NaCl en la solución diferente; (3%, 4%, 4.5%,5%,6%,7% de NaCl).
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Muestra jabón (1ml).
- ✓ Querosén (5ml).
- ✓ Pentanol (0,5ml).

Se diluye al porcentaje deseado la solución de NaCl al 10%, para saber la cantidad de agua que se debe añadir después de la dilución realizamos el siguiente cálculo

Muestra de cálculo: Si se utiliza la solución al 5% de NaCl:

$$0,1 * X = 0,05 * 5$$

X=2,5 ml donde X es la cantidad de solución de NaCl a añadir

XH₂O= 10ml sol – 2,5ml sol NaCl – 1ml sol jabón -5ml queroseno

Luego de finalizar la mezcla anterior se procede a agitar el tubo un par de veces; se vacía el contenido del tubo en un vaso precipitado y se continua agitando pero esta vez con un agitador magnético por aproximadamente 1 min. Posteriormente se traslada nuevamente al tubo de ensayo e inmediatamente comienza el cronómetro, se hacen mediciones del volumen de los tubos aproximadamente cada 30 segundos, culminando cuando en 2 ó 3 medidas el volumen sea constante.

Capítulo 4

Resultados y discusión

Tabla 4. Purificación de la Cera de abeja.

Grupos	1	2	3	4	5
M inicial (g)	297,12	322,58	300,00	300,11	295,34
M purificada (g)	267,22	260,08	268,04	298,86	265,68
%Rendimiento	89,94	80,63	89,35	99,58	89,96

Para la purificación de la materia prima, se obtuvieron muy buenos resultados, todos por encima del 50%, siendo el promedio de 89,89%. La diferencia existente entre los rendimientos se considera por los errores experimentales que se pudieron cometer en la experiencia, debido a que la solución diluida de la materia prima solidifica rápidamente a temperaturas por debajo de 30°C, razón por la cual el proceso debía ser rápido y llevarse a cabo con mucho cuidado.

Tabla 5. Formulación de crema a base de Cera de abeja.

Grupos	% Crema	Gramos de cera de abeja	Gramos de aceite
1	5	2	38
	35	14	26
2	10	4	36
	25	10	30
4	15	6	34
	35	14	26
5	20	8,01	32,03
	30	12,02	28,11

Características observadas de las cremas elaboradas en el laboratorio:

- Crema al 5%: muy aceitosa, buen esparcimiento, color beige, olor a manteca, aspecto físico un poco aguada.
- Crema 10%: color amarillo opaco, olor a aceite vegetal, muy aceitosa y poco viscosa.
- Crema 20%: color amarillento, medio cremosa, esparcimiento y absorción muy

buena y olor desagradable.

- Crema 30%: crema más espesa, difícil de adsorber en la piel
- Crema 35%: crema consistente, de buen aspecto, olor a miel y de buen esparcimiento.

La crema de 35% fue aplicada a uno de los estudiantes, quien presentaba una quemadura de días anteriores, se aplicó esta crema, el cual sintió alivio y presentó una buena cicatrización.

En la elaboración de crema a base de cera de abeja se realizó una encuesta para determinar un análisis sensorial de los diferentes productos obtenidos. En la tabla 6 se refleja los resultados promedio de este análisis el cual se realizó a un total de 20 personas, donde 0 es el valor menos significativo y 5 el valor más significativo. Resultando la crema de 35% de cera de abeja la que dio una mejor aceptación entre los encuestados. Dependiendo del porcentaje de cera de abeja con el que se formula cada una de las cremas se puede obtener un uso determinado. Cuando se trabajó con mayores concentraciones de cera se obtuvo una crema más estable, ya que se encuentran más sólidos suspendidos en el aceite y la mezcla obtenida es mucho más densa, mientras que a menor concentración de cera se obtuvo una especie de ungüento.

Tabla 6. Resultado del Análisis sensorial para las cremas a distintas concentraciones.

% cera	Nivel grasa	Esparcimiento	Olor	Color	Apariencia	Consistencia	Gusto
5	3,65	4,1	1,75	3,9	3,65	4,05	3,058 3
10	4,3	4,2	1,25	0	2,25	4,3	2,72
15	3	4,33	4,67	2,67	3,33	4	3,67
35 enfriamiento o rápido	3,65	3,45	2,2	2,1	2,15	3,15	2,78

35	1,33	2,67	3,67	2,67	3	4,67	3
----	------	------	------	------	---	------	---

Tabla 7. Elaboración de Jabón a base de Cera de abeja.

Grupos	% de la crema	M cera (g)	M aceite (g)	Masa NaOH al 70% (g)	M agua (g)	M final jabón (g)
1	10	4				36,49
2	25	10,06	30,2	4,2264	13,8	
4	35	14,01	26,01	3,1	13,88	37,5249
5	20	8,01	32,04	3,38	13,8172	
	30	12,02	328,12	3,2	13,8483	

Medición de pH de los jabones obtenidos en el laboratorio:

Gráfico 1. pH del jabón vs. Tiempo [10%]

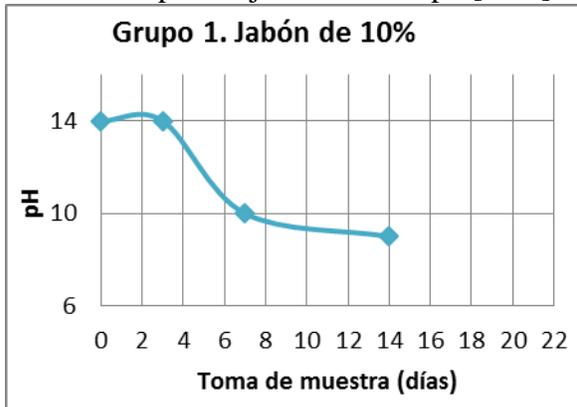


Gráfico 2. pH del jabón vs. Tiempo [25%]

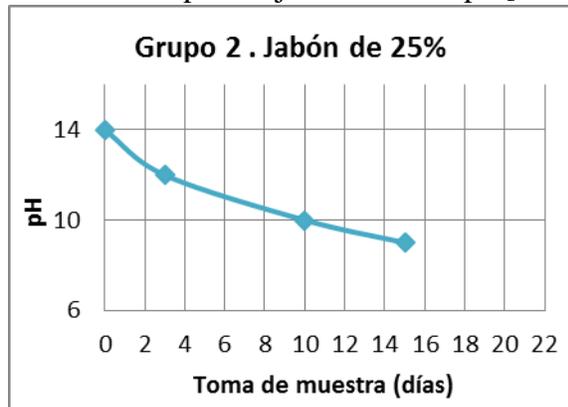


Gráfico 3. pH del jabón vs. Tiempo [35%]

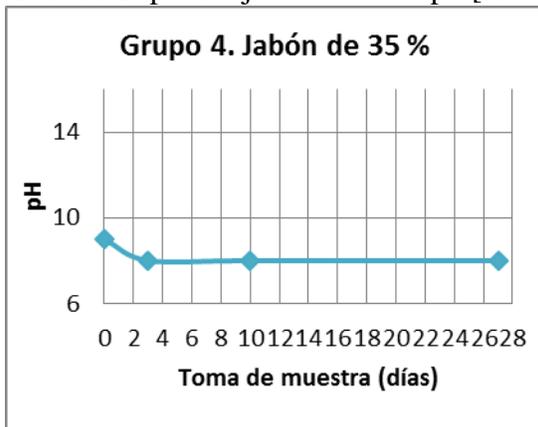


Gráfico 4. pH del jabón vs. Tiempo [20%]

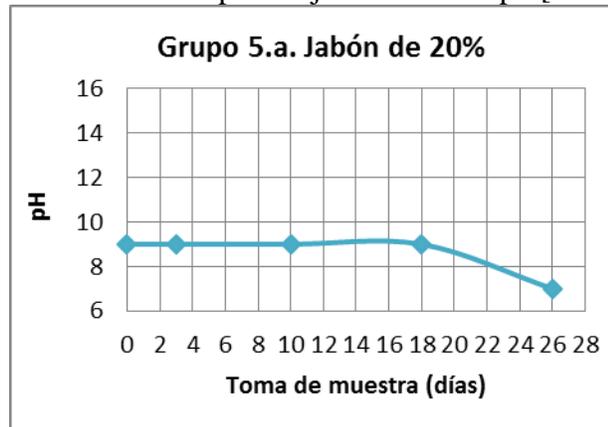
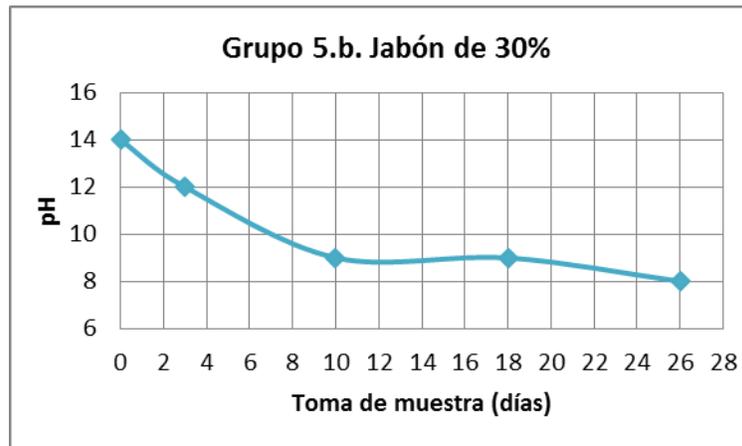


Gráfico 5. pH del jabon vs. tiempo [10%]



En la elaboración de jabón, se puede observar que la tendencia en las gráficas de las experiencias 1, 2 y 5 muestra b, que el pH fue disminuyendo progresivamente en un período largo de tiempo, comenzando con un pH alto (14) hasta un rango de [9-8] debido a que las muestras se encontraban en presencia de NaOH en exceso con una concentración de cera en aceite de 10, 25 y 30% respectivamente. Esta disminución de pH se debe a que con el tiempo el NaOH remanente reacciona con los aceites grasos ocasionando la disminución del mismo.

Por otro lado, se aprecia para la gráfica de la experiencia 4 un pH inicial de 9, debido a una concentración de cera en aceite más elevada (35%) que la de los grupos 1,2 y 5.b, disminuyendo a 8, y manteniéndose constante en un largo período de tiempo. Con respecto a la gráfica del grupo 5 muestra a, se nota un pH constante de 9 en un tiempo prolongado, llegando finalmente a un pH de 7, trabajando con una concentración de cera en aceite de 20%.

Comparando los resultados finales de pH con los de jabones comerciales referenciados en la revista Dermatología Venezolana, tales como Palmolive (pH=9,99), Dove (pH=7,39), Salvaguarda (pH=10,23), Protex (pH=9,6), Cama (8,5) [1], entre otros, se

encuentra que la materia prima (cera de abeja) es una manera viable y efectiva de obtener jabón.

Un jabón adecuado para la piel, puede tener un pH entre 8 y 10 por lo que los jabones 4 y 5 son factibles para este uso, debido a que son productos de aseo personal y la piel repone rápidamente la deficiencia de acidez, por el contrario los productos que quedan en la piel como las pomadas o cremas, necesariamente tiene que respetar la relativa acidez de la piel, porque esta primordialmente para inhibir el desarrollo de bacterias y hongos patógenos, manteniendo la naturaleza de la queratina y evitar el proceso de oxidación de las células.

Espumabilidad: Para cada grupo se graficó % de espuma rota vs. Tiempo, para observar la estabilidad de la espuma, dando como resultado:

Gráfico 6. % de espuma rota vs. Tiempo [10%]

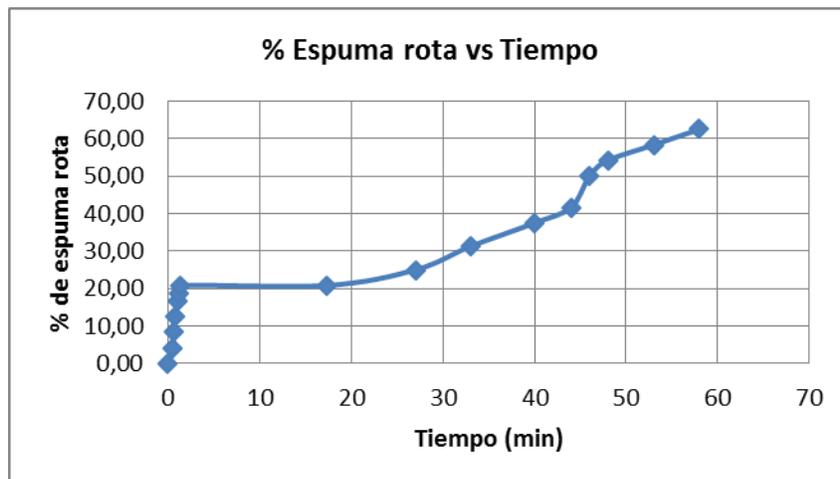


Gráfico 7. % de espuma rota vs. Tiempo [20%]

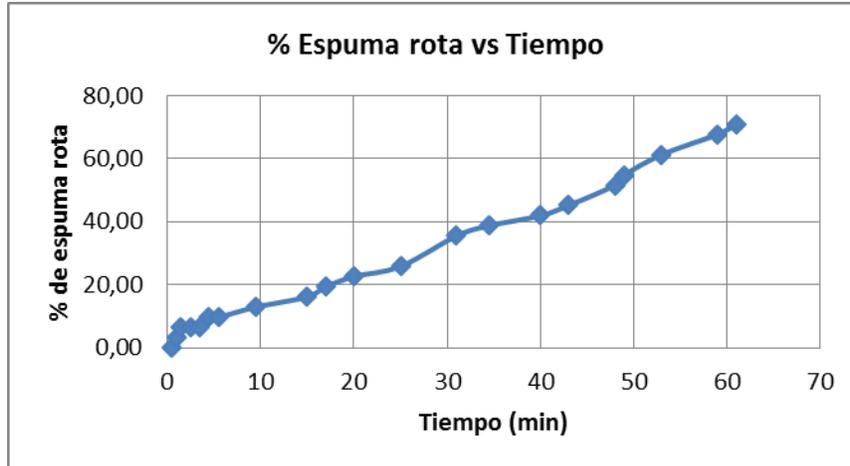


Gráfico 8. % de espuma rota vs. Tiempo [15]

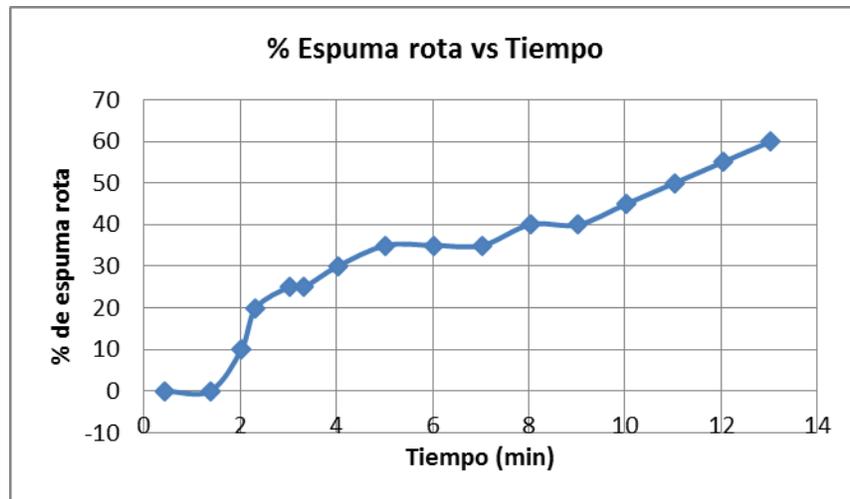


Gráfico 9. % de espuma rota vs. Tiempo [35%]

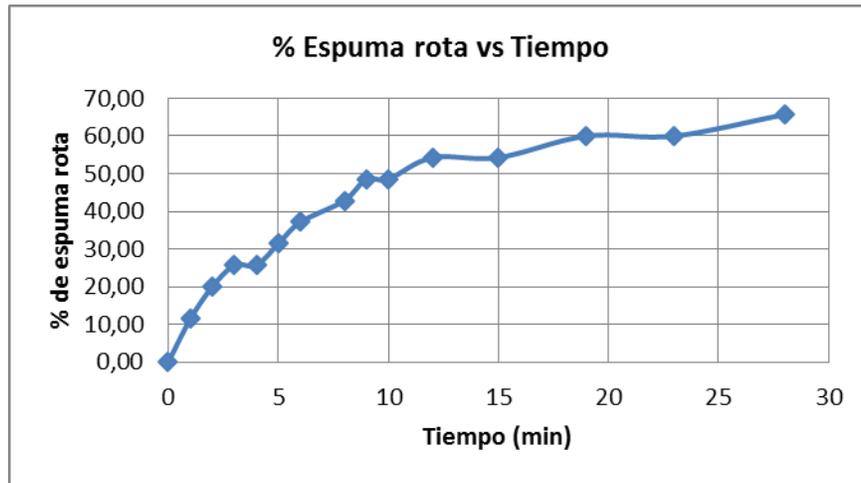


Gráfico 10. % de espuma rota vs. Tiempo [20%]. Grupo 5

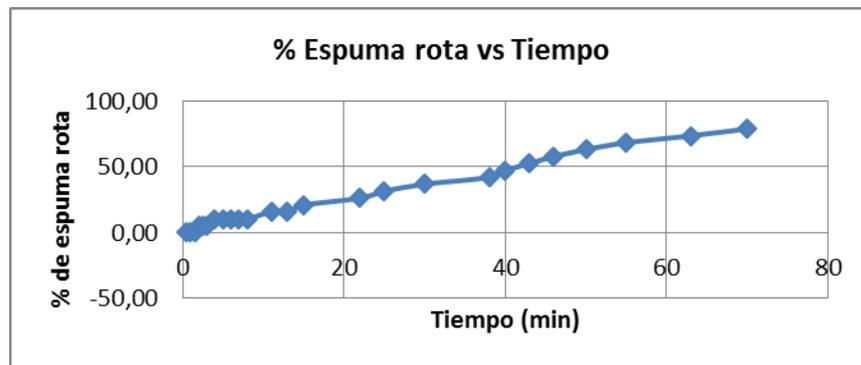
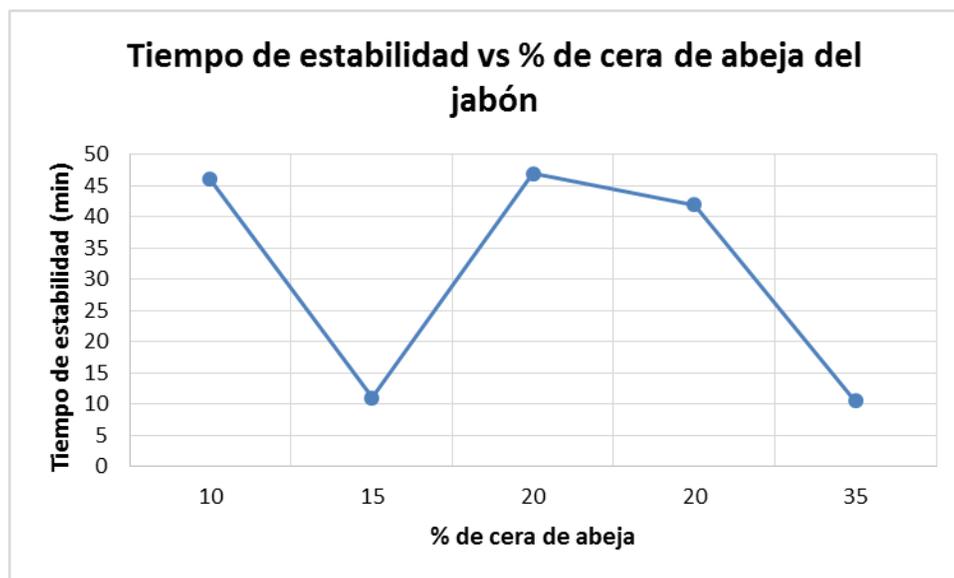


Gráfico 11. Tiempo de estabilidad vs % de cera de abeja del jabón.



En el grafico 11 se refleja el 50% de espuma rota de cada uno de los productos a diferentes porcentajes, notándose un mayor tiempo (46 y 47 minutos) para los jabones de 10% y 20% respectivamente, de ruptura del 50% de la espuma formada, es necesario acotar que se realizó estudio de espumabilidad a dos jabones al 20%, presentando diferencia en su tiempo de estabilidad, asumiendo que estas diferencias son debido a errores en la recolección de datos y a diferencias de condiciones en la que se elaboró cada jabón. Por otro lado, para porcentajes de 15% y 30% se observa un tiempo de estabilidad de 11 y 10,5 minutos respectivamente arrojando los valores más bajos de estabilidad.

Con los resultados obtenidos se puede apreciar que uno de los jabones elaborados al 20% es el que representa mayor tiempo de estabilidad (47 minutos).

Los barridos de formulación realizados para cada jabón se llevaron a cabo preparando para cada uno de ellos soluciones salinas a diferentes porcentajes, agregadas a varios tubos de ensayo que contenían sustancias orgánicas (keroseno y pentanol) a un mismo volumen para cada uno. Posteriormente se agitaron y se observó el comportamiento de cada mezcla.

Con las observaciones y la recolección de datos, se graficó el tiempo de estabilidad para cada tubo vs el % de salinidad, observándose en cada uno el punto de estabilidad mínimo:

Grafico 12. Tiempo vs. % salinidad [10%]



Grafico 13. Tiempo vs. Salinidad [20%]

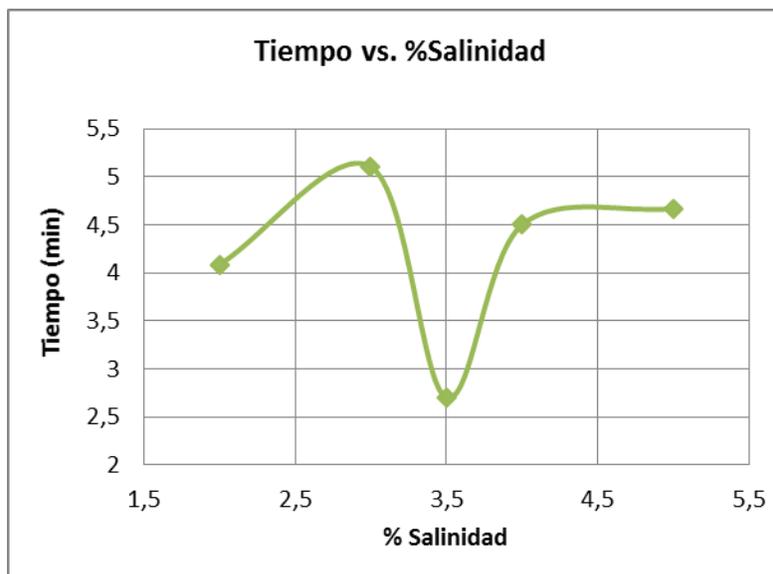


Grafico 14. Tiempo vs. Salinidad [35%]



Con los gráficos de tiempo vs % de salinidad se pudo observar el punto de quiebre para cada concentración de jabón.

En el grafico 12 para el jabón al 10% se encuentra que la formulación óptima está entre 3,5% y 4,5% debido a que entre estos puntos se encuentra el quiebre.

En el grafico 13 para el jabón al 20% la formulación óptima se aprecia entre 3% y 4%.

En el grafico 14 para el jabón de 35% se observa que a una salinidad de 3% y 5% se encuentra el punto de quiebre, el cual representa el punto mínimo de estabilidad del surfactante.

Los sistemas tienen un mínimo de estabilidad al variar la salinidad, se cambia la concentración, lo que produce la separación de las fases. En este sentido se desea que el sistema jabón-solución-surfactante, posea una concentración inferior al punto óptimo, para que el sistema sea estable en el tiempo.

Por último se observa que el jabón al 10% representa un menor tiempo de estabilidad (aproximadamente un minuto) correspondiendo este resultado a lo discutido anteriormente para las gráficas de volumen vs tiempo.

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusión

- ✓ A partir de productos naturales como la cera de abeja y el aceite de ajonjolí se pueden obtener jabones y cremas dermocosméticas.
- ✓ Se obtuvieron diferentes formulaciones de **crema** dermocosmética. Para concentraciones de 35% la pomada posee consistencia similar a la manteca de cacao, por lo tanto se puede utilizar como protector labial, debido a las propiedades y naturaleza de la cera.
- ✓ A concentraciones cercanas al 15 % el producto obtenido es menos viscoso, por lo que se puede utilizar para masajes, así mismo a concentraciones entre 20-30, la crema dermocosmética se encuentra ligeramente sólida, esta variedad tiene aplicación en cicatrices y quemaduras.
- ✓ Se determinó que el jabón del grupo 4 y 5 de composición 35 y 30 por ciento de cera de abeja respectivamente son adecuados para el uso dermatológico.
- ✓ Por medio del barrido se encuentra la formulación óptima, la cual está en el rango de 3 y 5 % de concentración de cloruro de sodio para el sistema jabón-solución-surfactante.

5.2 Recomendaciones

- ✓ A los productos a base de cera de abeja es recomendable aplicarle una esencia para mejorar su olor, ya que en la encuesta el principal defecto era el aroma de estos productos. Para mantener la naturaleza orgánica del producto, se pueden utilizar esencias naturales como jazmín, menta, limón, etc.
- ✓ Debido a la falta de materia prima para sintetizar productos como cera de moldear y creyones, se recomienda la investigación a futuro para la obtención de los mismos y completar esta investigación.

Referencias

- Abdulrhman, M., Samir N., Ahmed, D. y Ebrahim, R. (2012). *La miel y una mezcla de miel, cera de abejas, y aceite de oliva-propóleos en el tratamiento de la mucosis oral inducida por la quimioterapia*. [Artículo en línea]. Universidad de Ain Shams, El Cairo, Egipto. Disponible:http://www.medicalsci.ve/archivos/tesis/04_MS_Villareal_A.pdf. [Consultado: 2014, Septiembre 21]
- Aceite-Grasa-Estructuras (2010). [Página web en Línea]. Disponible en: <http://slideplayer.es/slide/1095529/> [Consultado: 2014, Septiembre 27].
- Aguilera, G., Gil, F., González, A., Nieves, B., Rojas, Y. y Vit, P.(2006). *¿Por qué se estudia la actividad antibacteriana de las mieles?*. Publicaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida.
- Buchwald, R., Breed, M., Bjostad, L., Hibbard, B., Y Greenberg, A. (2009). *The role of fatty acids in the mechanical properties of beeswax*. *EDP Sciences*. Alemania. [Documento en Línea]. Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00892001/document> [Consulta: 2014, Septiembre 22].
- Campos, R. (2013). *Crema para estrías*. *Salud natural*. [Página web en Línea]. Disponible en: <http://saludnatural.biomanantial.com/crema-para-estrias/> [Consulta: 2014, Septiembre 28].
- Ceras. (2014). *Ceras*. [Página web en Línea]. Disponible en: <http://biomodel.uah.es/model2/lip/ceras.htm> [Consulta: 2014, Septiembre 18].
- Cinvestav. (2013). *Crayones de cera*. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. México. [Documento en Línea]. Disponible en: <http://svt.cinvestav.mx/Portals/0/descarga/Desarrollo/CrayonesDeCera.pdf> [Consulta: 2014, Septiembre 30].
- García. (2013). *Cómo hacer Crayones Ecológicos y Seguros para sus niños*. [Página web en Línea]. Disponible en: <http://vinagreylimon.blogspot.com/2013/10/como-hacer-crayones-ecologicos-y.html> [Consulta: 2014, Octubre 3].
- Gaytan, M. (2005). *Proceso para la elaboración de crayones a base de cera de candelilla*. Solicitud de patente PA03011106A. Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Mexico. [Documento en Línea]. Disponible en: <http://svt.cinvestav.mx/Portals/0/descarga/Fichas/Crayones%20de%20cera-MXPA03011106A.pdf> [Consulta: 2014, Septiembre 30].

- Gil, P. (2013). *¿Cómo se hacen los crayones Crayola?*. [Página web en Línea]. Disponible en: http://www.ehowenespanol.com/crayones-crayola-como_398896/ [Consulta: 2014, Septiembre 30].
- Gómez, A. (2002). *La Cera de Abeja Control y Factores de Calidad*. [Página web en Línea]. Disponible en: <http://www.mieldemalaga.com/asociacion/jornadas/ponencias/texto04-4.pdf> [Consulta: 2014, Septiembre 18].
- Goncalves, E. y Miñana, M.(2011). *Aplicaciones Cosméticas y Farmacéuticas de los Surfactantes*. Cuaderno FIRP S372-A. Laboratorio F.I.R.P., Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. [Documento en Línea]. Disponible en: <http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S372A.pdf> [Consulta: 2014, Septiembre 28].
- González, A. (2014). *Hacer protector solar*. [Página web en Línea]. Disponible en: <http://es.wikihow.com/hacer-protector-solar> [Consulta: 2014, Septiembre 30].
- Guerra, R. (2014). *Bálsamo con cera de abeja*. [Página web en Línea]. Disponible en: <http://es.wikihow.com/hacer-un-b%C3%A1lsamo-labial-con-cera-de-abeja> [Consulta: 2014, Septiembre 30].
- Herrero, J. (2000). *Pomada para quemaduras*. Patente P9801496. Disponible: <http://patentados.com/patente/crema-para-quemaduras/>. [Consultado: 2014, Septiembre 21].
- Instituto Nacional de Normalización de Chile (2007). *Proyecto de Norma en Consulta-Cera de Abeja*. Disponible: www.chilealimentos.com/...Normativas_Nacionales/.../Consulta.../INN_c.. [Consultado: 2014, Octubre 4].
- Irache, J. (2012). *Formas farmacéuticas destinadas a la vía percutánea*. [Artículo en línea]. Publicaciones de la Universidad de Navarra. Disponible: <http://www.unav.es/adi/UserFiles/File/80962510/1-cutaneo.pdf>. [Consultado: 2014, Septiembre 25]
- Johnson, M. (2013). *Cómo hacer crayones con cera*. [Página web en Línea]. Disponible en: http://www.ehowenespanol.com/crayones-cera-como_373379/ [Consulta: 2014, Octubre 3].
- La Cera de Abeja (1999). [Página web en Línea]. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/ceradeabeja.htm> [Consultado: 2014,

Septiembre 18].

- La Cera de Abeja un producto útil y valioso (2005). [Página web en Línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/008/y5110s/y5110s07.htm> [Consultado: 2014, Septiembre 21].
- Lieberman (1989). *Pharmaceutical Dosage forms Disperse Systems*. Marcel Decker, USA.
- Lombardero, R., y Lombardero, D. (2011). *Pomada para quemaduras*. Disponible: <http://patentados.com/patente/crema-para-quemaduras/>. [Consultado: 2014, Septiembre 18].
- Maia, M., Y Nuñez, F., (2012). *Authentication of beeswax (Apis mellifera) by high-temperature gas chromatography and chemometric analysis*.
- Martínez, V. (2013). *Como hacer crema de caléndula en casa*. [Página web en Línea]. Disponible en: <http://elbalconverde.com/2013/02/como-hacer-crema-de-calendula-en-casa.html> [Consulta: 2014, Septiembre 29].
- Mellema, M., (2008). *Co-crystals of Beeswax and Various Vegetable Waxes with Sterols. Studied by X-ray Diffraction and Differential Scanning Calorimetry*.
- Midgley, B. (1993). *Guía completa de escultura, modelada y cerámica: técnicas y materiales*. Ediciones AKAL, Madrid.
- Morgan, J., Townley, S., Y Smith, R. (2002). *Measurement of physical and mechanical properties of beeswax*. *Materials Science and Technology*.
- Nascimento, A. (2008). *Cera de Abejas, usos terapéuticos, purificación y blanqueo*. Disponible: http://www.beekeeping.com/articulos/cera_abeja_2.htm. [Consultado: 2014, Septiembre 29].
- Navarro, J. (2005). *Maquetas, modelos y moldes: materiales y técnicas para dar forma a las ideas*. Publicaciones de la Universitat Jaume.
- Orantes, F. (2012). *Procedimiento de descontaminación de cera de abejas y cera de abejas resultante*. Disponible: <http://patentados.com/patente/procedimiento-descontaminacion-cera-abejas-cera-abejas-resultante/> [Consultado: 2014, Septiembre 18].
- Propiedades físicas de la cera de abejas (2004). [Página web en Línea]. Disponible en: <http://www.noticiasapicolas.com.ar/cera.html>. [Consultado: 2014, Septiembre 29].

- Propiedades físicas de la cera de abejas (2012). [Documento en Línea]. Disponible en: http://www.gustavheess.com/pdf_esp/5025seg.pdf. [Consultado: 2014, Septiembre 30].
- Propiedades químicas de la cera (2014). [Página web en Línea]. Disponible en: http://www.ecured.cu/index.php/Cera_[Consultado: 2014, Septiembre 24].
- Remiro, E. (2000). *Formulación oleosa para uso tópico, procedimiento para su preparación y aplicaciones*. Patente P9802060. Disponible: <http://patentados.com/patente/crema-para-quemaduras/>. [Consultado: 2014, Septiembre 18].
- RENA (Red Escolar Nacional) (2008). *Materiales para Colorear. Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación*. [Página web en Línea]. Disponible en: <http://www.rena.edu.ve/primeretaapa/Estetica/artmatcol.html>[Consulta: 2014, Septiembre 30].
- Revista del consumidor. (2005). *Crema humectante para piel seca. Procuraduría General del Consumidor*. México. [Documento en Línea]. Disponible en: http://www.profeco.gob.mx/tecnologias/usoperso/crem_h.asp. [Consulta: 2014, Septiembre 27].
- Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte (2010). *Plastilina*. Disponible: <http://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/bogotanitos/de-la-la-z/plastilina>. [Consultado: 2014, Septiembre 20].
- Solé, F. (2014). *La crema hidratante*. Disponible: <http://laboticaescondida.blogspot.com/2014/02/la-crema-hidratante-perfecta-hazla-tu.html>. [Consultado: 2014, Septiembre 21].
- Stockmar. (2014). *Stockmar Modelling Beeswax – Ingredients*. Disponible: http://212.79.59.11/download/stockmar_modellierwachs_paraffin_bwachs_en.pdf. [Consultado: 2014, Septiembre 30].
- Torres, M. (2013). *Formas Farmacéuticas Semisólidas: Cremas*. [Artículo en línea]. Disponible: http://www.firp.ula.ve/archivos/tesis/04_MS_Villareal_A.pdf. [Consultado: 2014, Septiembre 30].
- Tulloch, A. (1971). *Beeswax: Structure of the esters and their component hydroxy acids and diols. Chemistry and Physics of Lipids*.
- Valega, O., (2008). *Usos terapéuticos de la cera de abeja*. [Página web en Línea]. Disponible en: http://www.apiservices.com/articulos/cera_abeja_2.htm [Consultado: 2014, Septiembre 20].

- Villarreal, A. (2004). *Formulación de una nanoemulsión dermocosmética, nutritiva y regeneradora de la piel*. [Artículo en línea]. Trabajo de Grado de Magíster Scientiae en Química Analítica de la Universidad de Los Andes. Disponible: http://www.firp.ula.ve/archivos/tesis/04_MS_Villarreal_A.pdf. [Consultado: 2014, Septiembre 20].
- Ybarra, R. (2010). *Fórmula de la cera de escultor*. Disponible: http://www.raulybarra.com/notijoya/biblioteca_archivos_1.1/notijoya_1.1/archivosnotijoya1/cera_formula.htm. [Consultado: 2014, Septiembre 22].