



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

UNIDAD DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS COSMÉTICAS

Proyecto de investigación y desarrollo
Previo a la obtención del Grado
De Magister en Ciencias y
Tecnologías Cosméticas

**EVALUACIÓN EN VIVO DEL GRADO DE
HUMECTACIÓN DE DOS PRODUCTOS A BASE DE
QUITINA Y QUITOSANO**

AUTORAS:

Mayra Alexandra Castro Cordero
Ruth Priscila González Saldaña

DIRECTOR:

Pablo Wilson Arévalo Moscoso, Ph.D.

**EVALUACIÓN EN VIVO DEL GRADO DE
HUMECTACIÓN DE DOS PRODUCTOS A
BASE DE QUITINA Y QUITOSANO**

EVALUACIÓN EN VIVO DEL GRADO DE HUMECTACIÓN DE DOS PRODUCTOS A BASE DE QUITINA Y QUITOSANO

MAYRA ALEXANDRA CASTRO CORDERO

Bioquímica Farmacéutica
Maestría en Ciencias y Tecnologías Cosméticas
Universidad Politécnica Salesiana.

RUTH PRISCILA GONZÁLEZ SALDAÑA

Química Farmaceuta
Maestría en Ciencias y Tecnologías Cosméticas
Universidad Politécnica Salesiana.

Dirigido por:

PABLO WILSON ARÉVALO MOSCOSO, Ph.D.

Doctor en Química
Ingeniero Químico
Magister en Auditoría de Gestión de Calidad



**CASTRO CORDERO MAYRA ALEXANDRA.
GONZÁLEZ SALDAÑA RUTH PRISCILA.**

Evaluación en vivo del grado de humectación de dos productos a base de quitina y quitosano.

Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca - Ecuador, 2018
MAESTRÍA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS COSMÉTICAS

Formato 170 x 240 mm

Páginas: 69

Breve reseña de los autores e información de contacto:



Mayra Alexandra Castro Cordero

Bioquímica Farmacéutica

Candidata a Master en “Ciencias y Tecnología Cosmética” por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

castro.mayra.@gmail.com



Ruth Priscila González Saldaña

Química Farmaceuta

Candidata a Master en “Ciencias y Tecnología Cosmética” por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

priscigonsal20@hotmail.com



Pablo Wilson Arévalo Moscoso PH.D.

Doctor en Química.

Ingeniero Químico.

Magister en Auditoria de Gestión de Calidad.

parevalo@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2018 Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA –ECUADOR - SUDAMÉRICA

MAYRA ALEXANDRA CASTRO CORDERO & RUTH PRISCILA GONZÁLEZ SALDAÑA

Evaluación en vivo del grado de humectación de dos productos a base de quitina y quitosano.

IMPRESO EN ECUADOR - PRINTED IN ECUADOR

CERTIFICACIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotras, Mayra Alexandra Castro Cordero y Ruth Priscila González Saldaña, con documentos de identificación N° 0104016878 y N° 0301562252, respectivamente, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos las autoras del trabajo de grado **“EVALUACIÓN EN VIVO DEL GRADO DE HUMECTACIÓN DE DOS PRODUCTOS A BASE DE QUITINA Y QUITOSANO”**, el mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Máster en “Ciencias y tecnologías cosméticas”, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autoras nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento en que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Mayra Alexandra Castro Cordero

Cédula: 0104016878

Ruth Priscila González Saldaña

Cédula: 0301562252

Fecha: marzo de 2018

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
DEDICATORIA.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN	1
1.1. Presentación y planteamiento del problema	1
1.2. Antecedentes teóricos.....	1
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Hipótesis	4
CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Quitina	5
2.2. Estructura de la quitina	6
2.3. Quitosano.....	7
2.4. Estructura del quitosano	7
2.5. Propiedades de la Quitina y el Quitosano.....	8
2.6. Propiedades físicas: Estructura cristalina.	8
2.7. Propiedades físico-químicas	10
2.8. Solubilidad.....	11
2.9. Grado de N- Acetilación.....	11
2.10. Peso Molecular (MW)	12
2.11. Propiedades biológicas	12
2.12. Métodos de extracción de quitina y quitosano	12

2.13.	Obtención de quitina y quitosano	14
2.14.	Desacetilación de la quitina: obtención del quitosano.....	16
2.15.	Aplicaciones de la quitina y sus derivados	18
2.16.	Cosmética Natural	21
2.17.	Condiciones que debe cumplir un cosmético	22
2.18.	Cremas	22
2.19.	Emulsiones	23
2.20.	Medición de la hidratación de la piel.....	27
2.21.	Test de irritabilidad.....	30
2.22.	Determinación de las características organolépticas de la crema de manos a base de quitina y quitosano	32
CAPÍTULO III - METODOLOGÍA.....		35
3.1.	Variables.....	35
3.1.1.	Variables independientes	35
3.1.2.	Variables dependientes	36
3.2.	Población y muestra	36
3.3.	Criterios de inclusión y exclusión	36
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
3.5.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	37
3.6.	Procedimientos utilizados en la investigación.....	38
CAPÍTULO IV– RESULTADOS		42
4.1.	Resultados de la obtención de quitina y quitosano.....	42
4.2.	Resultados obtenidos de la medición con el corneómetro.....	43
4.3.	Análisis de la normalidad en la distribución de datos (prueba de Shapiro-Wilks) 45	
4.4.	Comparación antes y después de la aplicación de las cremas	46
4.5.	Comparación de la humectación entre las 2 sustancias naturales quitina y quitosano, según tiempos de medición	51
4.6.	Características organolépticas	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		56
Conclusiones.....		56
Recomendaciones.....		56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		58

ANEXOS	63
ANEXO 1: Cuestionario de reclutamiento	63
ANEXO 2: Formulario de Consentimiento Informado	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de tamaño de malla de la estructura cristalina de la quitina y el quitosano.	10
Tabla 2. Propiedades generales de la quitina y el quitosano.	10
Tabla 3. Composición química proximal en porcentaje (v/v) % en base seca del exoesqueleto de crustáceos.	13
Tabla 4. Escala de evaluación del test de irritabilidad.	31
Tabla 5. Porcentajes en la elaboración de cremas a base de quitina y quitosano.	39
Tabla 6. Resultados de la medición con el corneómetro de la crema a base de quitina	43
Tabla 7. Resultados de la medición con el corneómetro de la crema a base de quitosano.....	44
Tabla 8. Prueba de normalidad para cada momento de muestra de la crema de quitina	45
Tabla 9. Prueba de normalidad para cada momento de muestra de la crema de quitosano	46
Tabla 10. Prueba de homogeneidad de varianzas entre las muestras de la crema de quitina	48
Tabla 11. Prueba ANOVA de un factor de la humectación de la crema de quitina	48
Tabla 12. Comparación de medias entre muestras de la crema de quitina	49
Tabla 13. Prueba de homogeneidad de varianzas entre las muestras de la crema de quitosano	49
Tabla 14. Prueba ANOVA de un factor de la humectación de la crema de quitina	50
Tabla 15. Comparación de medias entre muestras de la crema de quitosano	50
Tabla 16. Comparación de medias entre muestras de la crema de quitosano	51
Tabla 17. Comparación de medias entre la quitina y el quitosano en la medición cero.....	52
Tabla 18. Comparación de medias entre la quitina y el quitosano en la medición a los 8 días.	53
Tabla 19. Comparación de medias entre la quitina y el quitosano en la medición a los 16 días	53
Tabla 20. Comparación de medias entre la quitina y el quitosano en la medición a los 20 días	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución de las mediciones con el corneómetro según los momentos de muestreo de la crema con quitina.....	47
Gráfico 2. Distribución de las mediciones con el corneómetro según los momentos de muestreo de la crema con quitosano	47
Gráfico 3. Comparación de la humectación lograda entre la quitina y el quitosano según muestra.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de la quitina.....	6
Figura 2. Estructura del quitosano.	7
Figura 3. Estructura cristalina de la γ -quitina propuesta por Minke and Blackwel, 1978. Proyección en los planos (bc) y (ab).	9
Figura 4. Estructura micro fibrilar del exoesqueleto de crustáceos.	14
Figura 5. Proceso de obtención de quitina, quitosano y quitano.	15
Figura 6. Desacetilación de la quitina.....	17
Figura 7. Emulsiones	23
Figura 8. Mecanismos que contribuyen a la inestabilidad de emulsiones	25
Figura 9. Funcionamiento básico del corneómetro	28
Figura 10. Corneometer CM 825.....	30

DEDICATORIA

A Dios, a mi esposo, a mis hijos y a mis padres.

Mayra Castro

DEDICATORIA

A Dios, a mi esposo, a mis hijos y a mis padres.

Priscila González

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a todos aquellos docentes de la Universidad Politécnica Salesiana por los conocimientos y saberes transmitidos en nuestro aprendizaje. También, agradecemos a las autoridades de la Universidad Politécnica Salesiana por las condiciones y el desarrollo académico disponible para el crecimiento científico y técnico.

A todos aquellos que estuvieron con nosotras, ¡gracias!

Priscila González y Mayra Castro

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ha realizado con la finalidad de evaluar *in vivo* el grado de humectación de dos productos a base de quitina y quitosano estableciendo sus propiedades humectantes. La industria cosmética ha producido innumerables tipos de cremas humectantes para la piel con el empleo de componentes sintéticos que afectan negativamente la piel, no obstante, existe la exigencia de elaborar productos que ayuden a la protección y humedecimiento de la piel conservando sus condiciones naturales. La quitina y el quitosano se obtienen a partir de conchas de crustáceos, tales como cangrejos, langostas y gambas, lo cual puede ser aprovechado en el Ecuador, dadas sus ventajas productivas en los manglares y la costa del Pacífico. El estudio es de tipo cuantitativo, de diseño experimental y con alcance explicativo. La muestra se conformó de 21 mujeres sanas voluntarias, con edades entre los 18 y los 50 años. La medición de la hidratación de la piel fue ejecutada con el equipo Corneometer CM-825 en 4 momentos para observar los cambios de hidratación: inicial, día 8, día 16 y día 20. Se observó que la crema elaborada con quitosano muestra un aumento constante del grado de humidificación en el epitelio de las voluntarias participantes, mientras que, el efecto hidratante de la crema a base de quitina disminuye después del día 16. Se concluye tanto la quitina como el quitosano aumentan el grado de humectación de las manos; sin embargo, el quitosano muestra mayor eficacia entre los dos.

Palabras clave: cremas humectantes, quitina, quitosano, pruebas *in vivo*

ABSTRACT

The present research has been carried out in order to evaluate *in vivo* the degree of wetting of two products based on chitin and chitosan, establishing their moisturizing properties. The cosmetic industry has produced innumerable types of moisturizing creams for the skin with the use of synthetic components that negatively affect the skin, however there is a need to design products that help protect and hydrate the skin while preserving its natural conditions. Chitin and chitosan are obtained from crustacean shells, such as crabs, lobsters and prawns, which can be exploited in Ecuador, given their productive advantages in the mangroves and the Pacific coast. The study is of quantitative type, of experimental design and with explanatory scope. The sample consisted of 21 healthy voluntary women, aged between 18 and 50 years. The skin moisture measurement was performed with Corneometer CM-825 equipment in 4 moments to observe the hydration changes: initial, day 8, day 16 and day 20. It was observed that the cream based on chitosan shows an increase constant of the level of humectation in the skin of the participating volunteers, while, the humectant effect of the cream based on chitin decreases after day 16. It concludes both the chitin and the chitosan increase the level of humectation of the hands; however, chitosan shows greater efficacy between the two.

Keywords: moisturizing creams, chitin, chitosan, *in vivo* testing

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

1.1. Presentación y planteamiento del problema

En la actualidad la cosmética busca explotar el uso y la administración de productos naturales, como una opción para enfrentar los altos costos de diversos productos cosméticos y, a su vez, ser amigable con el entorno (Cevallos, 2013).

La cosmética tiene como finalidad conservar el alto grado de funcionalidad de la piel, la cual se halla constantemente perdiendo sustancias esenciales con el paso de los años; además, la piel se encuentra expuesta a las más diversas condiciones ambientales (Pérez, Nieto, Bilbao, López, & González, 2013).

Por lo que se genera la obligación de elaborar productos que ayuden a la protección de la piel conservando sus condiciones naturales; mediante el uso de materias primas de origen natural como la quitina y el quitosano reemplazando productos químicos como la glicerina y otros en la constitución de una crema hidratante.

La quitina y el quitosano han sido ampliamente estudiados en relación a la síntesis, caracterización y aplicación de este biopolímero; estos estudios han sido destacados especialmente a la quitina como fármaco o sustancia auxiliar en la manufactura de medicamentos, surgen escasos reportes del uso de esta sustancia en el campo cosmético (Pérez, Nieto, Bilbao, López, & González, 2013).

El quitosano comercial se obtiene a partir de conchas de crustáceos, tales como cangrejos, langostas y gambas que son vistos con baja reputación, lo que limita la posible aceptación industrial del quitosano. Los residuos de micelio en los procesos de fermentación como fuente de quitina y quitosano fúngicos ofrecerían una fuente estable de materia prima no estacional, los cuales contarían con un carácter más consistente y de alta calidad (Akila, 2014).

1.2. Antecedentes teóricos

En las diferentes industrias cada vez están prefiriendo el uso de materiales ya existentes en la naturaleza gracias al desarrollo tecnológico e innovaciones, y a su vez, cooperando con el cuidado del ambiente. Entre los materiales naturales usados son la quitina y quitosano debido a sus aplicaciones que se ha logrado encontrar; además, estos

biopolímeros se emparentan de manera química; la quitina es un poli (β -Nacetilglucosamina) que puede convertirse en quitosano por medio de un procedimiento de desacetilación, en el cual, sus grupos acetilo son eliminados.

Estos biopolímeros han sido conocidos durante un gran periodo de tiempo, incluso, millones de años atrás. De acuerdo a las investigaciones paleontológicas realizadas en los exoesqueletos de artrópodos acuáticos fosilizados pertenecientes a la época paleozoica, la quitina presenta una edad aproximada de 570 millones de años (Lárez Velásquez, 2006).

Esta sustancia fue aislada por Braconnot en el año de 1811 por primera vez y el quitosano fue encontrado en el año de 1894 por Hoppe–Seyler. Se mantuvieron recursos bilógicos no usados de 100 años; después, aumentó rápidamente el interés por estos biopolímeros mediante investigaciones y patentes (Se-Kwon Kim); (Loaiza Córdova, 2016).

Sus aplicaciones iniciales son en productos cosmeceúticos como agente acelerador de la cicatrización el cual unido a su estabilidad y bio compatibilidad ha permitido su introducción a dichos productos. Además, tiene propiedades humectantes permitiendo su aplicación en cremas de manos, lociones de baño (Pavón Pérez, Valdés Comas, & Pérez Ramos, 2011).

En el año 1978, Balassa y Prudden, hicieron una investigación respecto a la acción de la quitina, extraída de crustáceos. El estudio analizó los efectos cicatrizantes que la quitina tenía sobre las heridas, y compararon los resultados entre sí y con los alcanzados con cartílago bovino, quedando demostrado que, la quitina extraída de la langosta ofrecía mejores resultados (Beato Canfux, Pedroso Garriga, González Planas, & González-Q, 1996).

1.3. Justificación

La industria camaronera en el Ecuador representa el tercer producto más importante de exportación; con un promedio de más de 40 millones de libras por mes, desde el año 2011 al 2015, según se registra la Cámara Nacional de Acuicultura. Estas industrias camaroneras generan grandes cantidades de desperdicios provenientes de la cabeza, caparazones y cola del camarón en un porcentaje de 30 a 35% (Baranda, González-Amaro, Torres-Alvarez, Álvarez, & Ramírez, 2002).

De dichos desechos se pueden obtener dos biopolímeros especializados, los cuales poseen un plus valor que es la quitina y, su derivado funcional, el quitosano (García Zapata & Roca Ortega, 2008). Por lo que sería útil el aprovechamiento de estos

desperdicios y su utilización en formulaciones de productos de uso personal, tales como cremas humectantes a base de quitina y quitosano, debido a que tiene propiedades antimicrobianas y capacidad para retener humedad; a su vez, se contribuye en la reducción de la contaminación ambiental (Loaiza Córdova, 2016).

La producción mundial de polímeros se estima en 260 millones de toneladas métricas por año. Los desechos plásticos representan una amenaza considerable al asfixiar y matar de hambre a la vida silvestre, distribuyendo organismos no nativos y potencialmente dañinos, absorben químicos tóxicos y se degradan a micro-plásticos que pueden ser ingeridos posteriormente. El problema ambiental asociado con los plásticos ha estimulado las formulaciones y legislaciones que regulan el uso de polímeros con mayor conciencia pública y política, así como para satisfacer los imperativos ambientales y promover mejores prácticas cosméticas que disminuyan el uso de agentes peligrosos para la salud (Akila, 2014).

En este mundo globalizado y competitivo, se deben aprovechar estos sub-recursos de la cáscara del camarón disponible en Ecuador, que permite obtener negocios innovadores y nuevos productos cosméticos que sustituyan a productos extranjeros, las cuales dada a su naturaleza única son altamente rentables. Estas innovaciones ayudan a mejorar el nivel socioeconómico de las personas mediante la exportación y comercialización de cremas humectantes a base de quitina y quitosano que permiten satisfacer necesidades que no han sido identificadas previamente.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar en vivo el grado de humectación de los productos a base de quitina y quitosano estableciendo sus propiedades humectantes.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Elaborar las cremas humectantes de quitina y quitosano, mediante pruebas pilotos en el laboratorio, para posteriormente hacer una determinación de sus propiedades.
2. Valorar la irritabilidad que un producto pueda ejercer en la piel, mediante la aplicación de ensayos experimentales acorde a lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM039-SSA1-1993, para diagnosticar el efecto que tienen las cremas formuladas en la piel.

3. Evaluar la humectación de las cremas a base de quitina y quitosano mediante el testeador Corneometer CM825 en las personas voluntarias.
4. Determinar si las características organolépticas de la crema de manos a base de quitina y quitosano cubren las expectativas de las personas voluntarias mediante encuestas, para afirmar si el producto va a tener aceptación.

1.5. Hipótesis

Las cremas formuladas a base de quitina y quitosano, tienen la capacidad de humectación y sustituyen a otros productos químicos hidratantes del mercado cosmético.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

2.1. Quitina

En el año de 1811, se aísla por primera vez la quitina, de la mano de Henri Braconnot. Según Hamed y Cols (2016), citado por Polo Galindo (2016), mencionan que después de exponer unas zetas a un proceso alcalino, este proporcionó un residuo, el cual en un principio, recibió el nombre de *fungina*. Posteriormente, dicha sustancia procedería de los caparazones de los escarabajos mediante un proceso de aislamiento. Es entonces, cuando obtiene el nombre de quitina. Este nombre, de acuerdo a la etimología de la palabra, corresponde a la palabra griega “*chitón*”, que significa túnica o cobertura. La quitina es un elastómero natural, el cual está conformado por moléculas de N-acetil-D-glucosamina. Además, es un polisacárido no tóxico y biodegradable, que se caracteriza por ser insoluble en disolventes comunes, por lo que, esta sustancia es presenta grandes dificultades en su procesamiento (Polo Galindo, 2016).

En lo que se refiere a abundancia, la quitina se presenta como el segundo biopolímero lineal en el planeta, solo después de la celulosa. La quitina y el quitosano son clasificados como polisacáridos ya que, poseen estructura semejante, no obstante, la diferencia principal es que la quitina tiene un grupo *acetamida* en el Carbono-2; mientras que, la celulosa posee un grupo hidroxilo. Por su parte, la quitina posee diversas fuentes naturales para su obtención, entre las cuales tiene a los exoesqueletos de artrópodos y de crustáceos. A pesar de esto, no son los únicos lugares para obtener la sustancia, también puede ser obtenida de microorganismos como los hongos y las levaduras. Mediante una estimación, se especula que, gracias a estos microorganismos se puede generar unos 100 millones de toneladas de la sustancia al año (Nakamatsu Kuniyoshi, 2012).

En el proceso de producción industrial, la quitina es obtenida de los caparazones de crustáceos, productos residuales de los procesos de fabricación de alimentos relacionados con estos animales. Estos desechos contienen quitina, entre un 14 y 35%, lo cual está asociado con un aproximado de entre 30 y 40% de proteínas, así como de un 30 a 40% de depósitos de calcio, lo que puede ser aprovechado para elaborar aplicaciones cosméticas, generando actividad económica en base a ello y reduciendo el impacto de la descomposición de estos desechos (Escobar, Ossa, Quintana, & Ospina, 2013).

Una característica que diferencia la quitina de otros biopolímeros es que en su composición contiene nitrógeno (Heredia-Solis, Esparza-Ibarra, Romero-Bautista, Cabral-Arellano, & Bañuelos-Valenzuela, 2014). Generando que este producto sea generosamente aplicado en distintos ámbitos como base para la producción de insumos constituidos por nitrógeno. Por ejemplo, productos de farmacia, textiles, cosméticos, en

industrias de tratamiento de aguas, etc., cruciales para el desarrollo regular de la vida moderna (Gortari & Hours, 2013).

2.2. Estructura de la quitina

La poli [- β -(1,4)-N-acetil-D-glucosamina], también llamada quitina, al igual que la celulosa, es un polisacárido lineal. En su forma natural se presenta como una red de microfibrillas cristalinas, presentando tres formas distintas: α , β y γ quitina. La α -quitina es la que mayor estabilidad presenta, con una disposición anti paralela de sus hebras. Por su parte, la β -quitina presenta una estabilidad menor y la disposición de sus hebras es mediante cadenas paralelas, además, se encuentra en las fibras extracelulares de la diatomeas, anélidos y esqueletos de calamares. La γ -quitina es la forma menos común de las tres, siendo una mezcla de la α y la β quitina; esta se encuentra en forma natural en los capullos de ciertas especies de escarabajos (Polo, 2016).

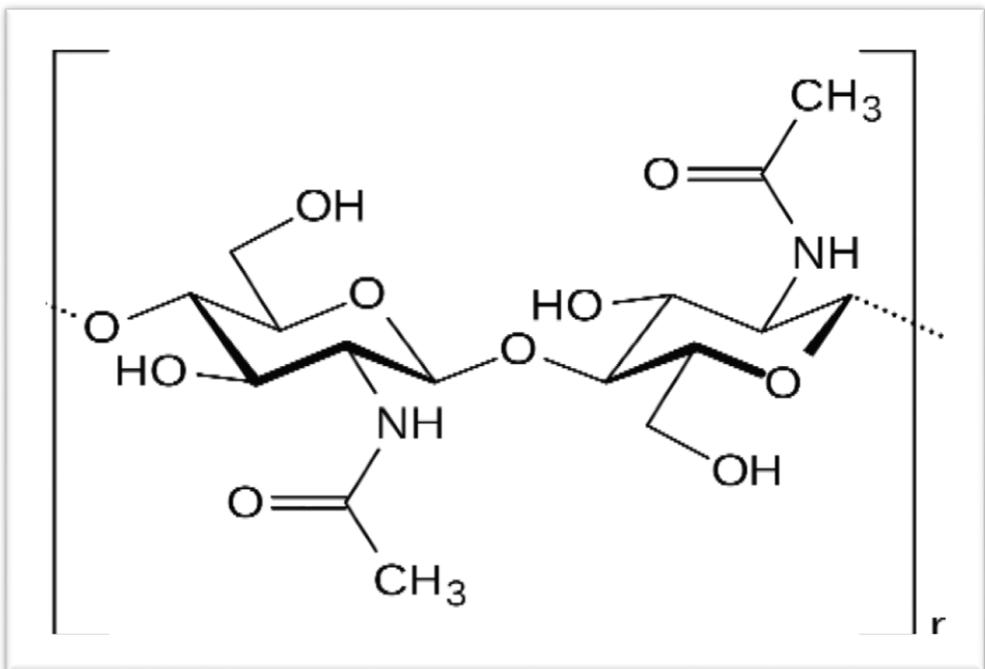


Figura 1. Estructura de la quitina.

Fuente: (Polo Galindo, 2016)

La quitina es estado puro y natural posee un color amarillento o blanco, sin poseer olor o sabor, lo cual le brinda biocompatibilidad y biodegradabilidad. Asimismo, es repelente al agua, por lo que, se la ha catalogado como hidrófoba; esto caracteriza su

capacidad para no ser disuelta en agua, e incluso en la mayoría de disolventes orgánicos. Esta característica es producida por fuerzas presentes entre las moléculas derivadas de puentes de hidrogeno, las cuales, además, le brindan rigidez a este material (Polo, 2016).

2.3. Quitosano

Polo Galindo (2016), considera que es un compuesto que proviene del proceso de desacetilación parcial de la quitina, con lo cual, un grupo amino del carbono-2 queda libre. Su obtención obedece casi en su totalidad a este proceso químico, que consiste en la eliminación del grupo acetilo que contiene la función amino de la quitina. El quitosano a diferencia de la quitina, es un compuesto que si puede ser disuelto en agua. Su grado de solubilidad dependerá del grado de desacetilación que presente. Es gracias a esta característica que el quitosano se ofrece como un compuesto de fácil manejo respecto a la quitina, siendo usado en aspectos como, el farmacéutico, médico, alimentario, agrícola, etc.

2.4. Estructura del quitosano

El quitosano se encuentra formado por D-glucosamina y N-acetil-D-glucosamina, los cuales se encuentran emparentados por enlaces β -(1,4)-glucosídicos. Considerado como policatiónico, no tóxico, bio-compatible y biodegradable. El grado de desacetilación es determinado como la fracción entre D-glucosamina y N-acetil-D-glucosamina, la cual va aumentando progresivamente de acuerdo a la conversión de quitina en quitosano. Cuando el porcentaje de N-acetil-D-glucosamina es superado por el de D-glucosamina el compuesto pasa a ser quitosano(Polo, 2016).

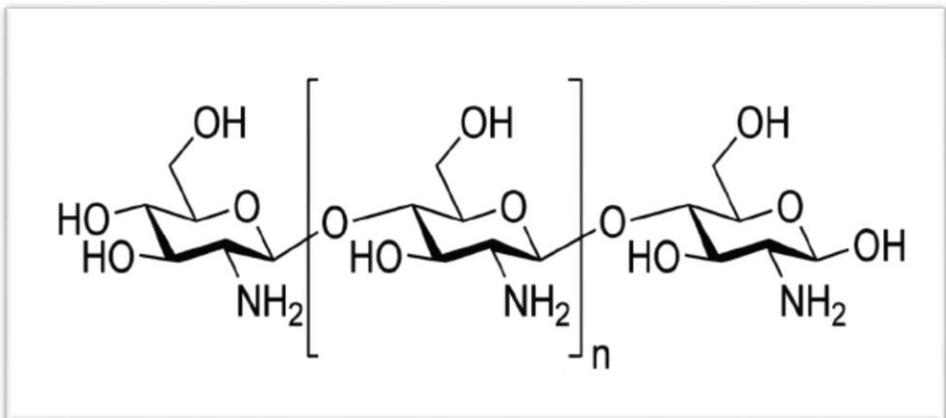


Figura 2. Estructura del quitosano.

Fuente: (Polo Galindo, 2016)

Sánchez, Vega y Madrigal (2007), consideran que se trata de un plástico soluble en agua tomando en cuenta la formación de cargas positivas en las funciones amino; solubilidad que depende del grupo amino que se encuentre en libertad y que sea susceptible a la protonación, aspecto dependiente del nivel de desacetilación que muestre el quitosano.

Esta particularidad lo vuelve apto para la aplicación en diversos campos, como por ejemplo: alimentos, cosméticos, productos farmacéuticos, entre otros. Así mismo, este biopolímero puede interactuar con moléculas aniónicas; razón por la cual, es importante aclarar que el quitosano no puede ser disuelto en soluciones acuosas de pH alcalino o neutro. Por otra parte, el quitosano si puede ser disuelto en soluciones con un pH ácido.

2.5. Propiedades de la Quitina y el Quitosano.

El quitosano y la quitina pueden presentar diferentes propiedades dependiendo del estado físico en el que se encuentra, ya sea sólido o en solución. En estado sólido, las propiedades dependen de la accesibilidad y la movilidad de los enlaces del polímero, parámetros relacionados con la cristalinidad y morfología. Por su parte, en solución las propiedades dependen de los parámetros de solubilidad y conformación de la cadena (Pacheco, 2010).

2.6. Propiedades físicas: Estructura cristalina.

La figura y abundancia de los grupos hidroxilos, en las moléculas de quitina y quitosano respectivamente, tienden a formar puentes de hidrógeno intra e inter moleculares, lo que ayuda a la constitución de adhesiones lineales de alta cristalinidad (González, Falcón, Gómez, & Fernández, 2013).

Pacheco (2010), expone que las cadenas de quitina por medio de los grupos C=O y H-N establecen puentes de hidrógeno, emparentados con anillos de azúcar cercanos entre el grupo carbonilo y el hidroxilo C6. Existe otro puente de hidrógeno que se forma entre el grupo OH del C-3 y el oxígeno del anillo, lo que aumenta la rigidez de la cadena manteniendo una estructura con una gran organización, como se muestra en la Figura 3.

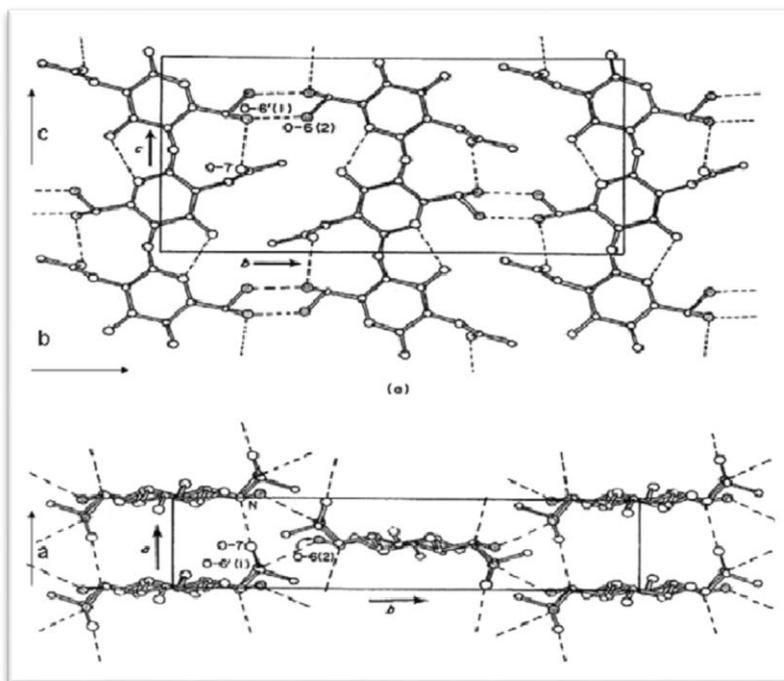


Figura 3. Estructura cristalina de la γ -quitina propuesta por Minke and Blackwel, 1978. Proyección en los planos (bc) y (ab).

Fuente: (Pacheco, 2010)

Existen tres formas polimorfas de quitina, α , β y γ quitina, y es posible encontrar agua en las moléculas de β -quitina, se diferencian por la organización de las cadenas. La α -quitina posee una organización anti paralela. Esto permite la constitución de un mayor número de puentes de hidrógeno intermoleculares. Esto forma una malla ortorrómbica con un grupo de espacio $P2_12_12_1$; la alta cantidad de puentes de hidrógeno entre las cadenas de α -quitina que se forman, son los responsables de que este compuesto no pueda ser disuelto en disolventes acuosos y en gran parte de solventes orgánicos (Pacheco, 2010).

Por otro lado, Barros, Guzmán y Tarón (2015), mencionan que en la β -quitina las cadenas se encuentran en forma paralela proporcionando una fuerza intermolecular más débil y cristalizan en grupos de espacio $P21$ con una malla monoclinica permitiendo la hidratación de la molécula. Por último, la γ -quitina posee dos cadenas dispuestas paralelamente y en la misma dirección, y la siguiente en el sentido opuesto. Esta alomorfa presenta pocos estudios investigativos, además de que, puede ser catalogada como una mezcla de las dos primeras tipologías.

Comparando la abundancia natural de las formas polimorfas, se establece que la α -quitina presenta una estabilidad y abundancia superior a las otras, las cuales, tienen

menores proporciones y baja estabilidad, por lo que tienden a transformarse en α -quitina (Fuentes & Abram, 2009).

A diferencia de la quitina, el quitosano muestra otras morfologías determinadas por la manera en la que se preparó la muestra a ser analizada, así como, de su nivel de acetilación y de despolimerización. Por lo general, los quitosanos mantienen un solo pico característico de la quitina, ya que, gracias a los grupos acetamidos en el C-2, disminuyen los puentes de H, y como consecuencia la estructura se vuelve más inestable. Las alomorfos hidratada y anhídrida del quitosano, han sido las más estudiadas (Barra, Romero, & Beltramino, 2012).

La Tabla 1 muestra los patrones de malla de la composición cristalina de la quitina y quitosano.

Tabla 1. *Parámetros de tamaño de malla de la composición cristalina de la quitina y el quitosano.*

	a (nm)	b (nm)	c (nm)	Densidad (g.cm ⁻³)	Referencia
α quitina	0.474	1.886	1.032	1.46	Blackwell <i>et al.</i> , 1975
β quitina anhídrida	0.485	0.926	1.038	1.46	Minke and Blackwell 1978
γ quitina	0.47	2.84	1.03	1.47	Walton <i>et al.</i> , 1973
Quitosano hidratado	8.95	16.97	10.34	1.61	Mazeau <i>et al.</i> , 1994
Quitosano anhidro	8.07	8.44	10.34	1.65	Okuyama <i>et al.</i> , 2000

Fuente: (Ziani, 2013)

2.7. Propiedades físico-químicas

Generalmente, en todas las estructuras poliméricas, el MW y la distribución del mismo son parámetros que afectan las características de la quitina y el quitosano en solución, que aunado al grado de acetilación (DA), juegan un papel importante en sus aplicaciones (Giraldo, 2013).

La Tabla 2 muestra los intervalos de MW, DA, viscosidad y principales disolventes de la quitina y el quitosano.

Tabla 2. *Propiedades generales de la quitina y el quitosano.*

Propiedad	Quitina	Quitosano
Peso molecular (g mol ⁻¹)	1 x 10 ⁶ a 2.5 x 10 ⁶	10 ⁵ a 5 x 10 ³
Grado de acetilación	> 40	0 a 40
Viscosidad (Cps) 1% en 1% de Ac. acético	Non soluble	200 - 2.000
Humedad (% p/p)	8 - 10	6 - 7

Fuente: (Pillai, Paul, & Sharma, 2009)

2.8. Solubilidad

Tamura et al., (2011), mencionan que la quitina no puede ser disuelta en agua o en gran parte de los disolventes; para lograr la consecución de la disolución de la quitina, primeramente se deben incluir en el proceso, disolventes que estimulen la repulsión entre las cadenas o rompan el equilibrio entre los puentes de H intermoleculares que se encuentran presentes en el estado sólido. Los disolventes adecuados para el proceso de disolución de la quitina son la *hexafluoroacetona* y la *N-dimetilacetamida* (DMAc) conteniendo 5-8 % LiCl. Además, el metanol saturado con el cloruro de calcio dihidratado ha logrado concretar el proceso de disolución de la molécula.

En concordancia con la literatura expuesta, se ha identificado que el quitosano no puede ser disuelto en disolventes orgánicos puros, no obstante, puede ser disuelto por en ácidos acuosos; esto se debe a que, la presencia de grupos amino libres, producen repulsiones entre las cadenas, lo que promueve la solubilización; entre los ácidos que promueven la disolución están el fórmico, acético, láctico, pirúvico y ácidos oxálicos. Ácidos minerales como ácidos hidroclicóricos y nítricos solubilizan al quitosano; no obstante, el ácido sulfúrico no es recomendable para solubilizar el compuesto, debido a las atracciones iónicas entre la cadena producida por el anión divalente del sulfato (Rondón, 2013).

2.9. Grado de N- Acetilación

En la quitina natural, los grupos amino están acetilados, además pueden encontrarse libres o unidos a cadenas proteicas, no obstante, en los procesos de extracción, mediante álcalis o ácidos, se producirá un proceso desacetilación; las muestras de quitina presentan diferentes cantidades de grupos N-acetil que dependen del origen y de los procedimientos utilizados durante la extracción del biopolímero, en general los grados de acetilación de la quitina extraída se encuentran entre 90 y 95%. Para la elaboración de una estructura uniforme de la quitina (poli N-acetil-glucosamina), es necesario γ -quitina o una acetilación selectiva de quitina soluble (Barra, Romero, & Beltramino, 2012).

En la composición del quitosano, los grupos N-acetil y la disposición de los residuos en la cadena son dependientes principalmente de los procesos de desacetilación y el origen del producto tratado (Flores, 2011). Podemos ver que el factor que influye principalmente en este polímero es el grado de acetilación. Con un incremento del DA en el quitosano, llegando a un límite del 50%, el rango de valores de pH en el que el quitosano presenta solubilidad, también aumenta (Lárez, 2003).

2.10. Peso Molecular (MW)

El MW de la quitina natural es mayor a 1.000×10^3 g.mol⁻¹ y el del quitosano comercial se encuentra entre 100 y 500×10^3 g.mol⁻¹; esto depende de la fuente de la que fue extraído la quitina, los factores durante la extracción y la producción del quitosano. Los factores como temperaturas altas, las concentraciones de ácidos y álcalis, así como largos tiempos de reacción, pueden ocasionar una degradación y depolimerización de las cadenas (Shahidi, Kamil, & Jeon, 1999).

2.11. Propiedades biológicas

Los componentes: quitina y quitosano, no presentan toxicidad, son biocompatibles, y biodegradables, además de tener propiedades biológicas y farmacéuticas; su bioactividad se ve reflejada en procesos de cicatrización, actividad hemostática, actividad inmune, mucoadhesión, actividad antimicrobiana, bacteriostática y fungistática. En la práctica médica, estos biopolímeros han sido utilizados para elaborar piel artificial y suturas. Por otra parte, los oligómeros de quitina y quitosano poseen propiedades fisiológicas como actividad inmune y microbiana. El hecho de que algunos de estos polímeros sean solubles, facilita su uso mediante administración intravenosa (Ramírez, Rodríguez, Luis Alfonso, & Peniche, 2010).

Por otra parte, se menciona que el quitosano promete diversas aplicaciones genéticas como, el cultivo celular y la ingeniería en tejidos. Además, cabe mencionar la característica hipolipidémica que posee la quitina y el quitosano, reduciendo niveles de colesterol y triglicéridos. Esto se evidenció en las pruebas realizadas en el hígado y la sangre de ratas (Pacheco, 2010).

2.12. Métodos de extracción de quitina y quitosano

La quitina está presente en gran parte de especies naturales, como, por ejemplo: hongos, algas, protozoos, moluscos, artrópodos, entre otros; sin embargo, el exoesqueleto de artrópodos es la fuente con un acceso relativamente fácil para el hombre, especialmente en los crustáceos marinos como cangrejos y camarones, encontrándose disponibles como desecho de la industria marisquera. Es así que, a nivel industrial, los crustáceos conforman el principal medio de extracción, produciendo un aproximado de 2.200 toneladas de quitina. En este contexto, un crustáceo está conformado por un porcentaje de 2-12% de quitina del total de su masa, no obstante, el porcentaje de la composición del exoesqueleto, dependerá de la especie, la parte del organismo del animal, su nutrición y su ciclo reproductivo. El exoesqueleto está compuesto por un 15-40% de quitina (α -quitina), por otro lado, la composición proteica representa un porcentaje del 20 al 40% y el carbonato de calcio corresponde a un 20-50%; estos conforman los componentes principales del exoesqueleto. Una cantidad pequeña está representada por los pigmentos y otras sales metálicas. La procedencia de las proteínas es el tejido

conectivo. Se debe aclarar que la cantidad de minerales, responde a la edad o al ciclo reproductivo del animal, por ejemplo, las especies de edad avanzada poseen un exoesqueleto con una mayor cantidad de calcio, además la cantidad de quitina se encuentra disminuida en gran proporción (Colina, y otros, 2014).

En la Tabla 3 se exponen los porcentajes de proteínas, cenizas, lípidos y quitina localizados en el exoesqueleto de los crustáceos analizados.

Tal como lo mencionan Colina et al., (2014), el exoesqueleto de un crustáceo presenta una capa no celular dispuesta de manera jerárquica en varios niveles estructurales. La quitina se localiza a nivel molecular formando estructuras cristalinas, gracias a su organización anti-paralela; en el siguiente nivel estructural se localizan las nano fibrillas, formadas por proteínas globulares que se encuentran ligadas al siguiente nivel. Estas proteínas contienen β -aminoácidos como la glicina, tirosina, glicoproteínas, además de residuos como el histidilo y aspártico, ácido aspártico, serina y glicina.

Tabla 3. Composición química proximal en porcentaje (v/v) % en base seca del exoesqueleto de crustáceos.

Fuente de quitina		Proteína	Quitina	Ceniza	Lípidos
cangrejo	<i>Collinectes sapidus</i>	25.1	13.5	58.6	2.1
	<i>Chionoecetes opilio</i>	29.2	26.6	40.6	1.3
	<i>Paralithodes camtschaticus</i>	22	31	46	1.0
camaron	<i>Pandalus borealis</i>	41.9	17.0	34.2	5.2
	<i>Cragon cragon</i>	40.6	17.8	27.5	9.9
	<i>Penaeus monodon</i>	47.4	40.4	23.0	1.3
Langosta	<i>Procambarus clarkii</i>	29.8	13.2	46.6	5.6
krill	<i>Euphausia superba</i>	41.0	24.0	23.0	11.6
Gamba		61.6	33.0	29.4	1.4

Fuente: (Colina, y otros, 2014)

Las nano-fibrillas, se disponen de tal manera, que forman conjuntos, los cuales a su vez, configuran capas horizontales y planas, ubicadas de forma paralela. Estas fibrillas van rotando y cambiando de dirección de un plano a otro. Esta estructura forma una red que junta a la quitina con las proteínas y minerales cristalizados con la forma de CaCO_3 y lípidos (Figura 4). En la estructura formada por la unión de quitina-proteína-minerales se encuentran diversos carotenoides entre los cuales tenemos a la luteína, β -carotena, astaxantina y derivados. Estos se encuentran formando parte de compuestos con las proteínas, en combinación con los grupos amino de la quitina (Cusihuamán, 2017).

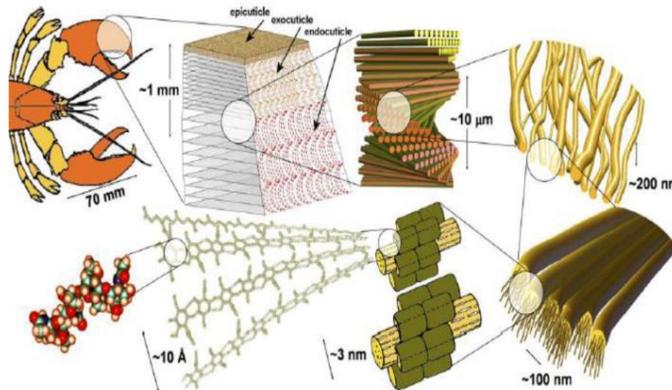


Figura 4. Estructura de las microfibras presentes en el exoesqueleto de crustáceos.

Fuente: (Pacheco, 2010)

2.13. Obtención de quitina y quitosano

Primeramente, debemos poner atención al hecho de que, el uso de técnicas para extraer la quitina de los crustáceos dependerá de la especie, debido a que, la composición del material varía de uno a otro. Gran parte de las técnicas usadas para la extracción, se fundamentan en procesos de hidrólisis de proteínas y limpieza de materia orgánica. Algunos de estos procesos también realizan la decoloración de la sustancia mediante la extracción con solventes o con procesos de oxidación de pigmentos. Colina et al., (2014) expone que los procesos de obtención de quitina se realizan mediante los siguientes pasos consecutivos:

- Adecuación de la materia prima,
- Extracción de proteínas
- Supresión de impurezas inorgánicas (desmineralización)
- Decoloración de la quitina.

El resultado del proceso es una quitina desacetilada, por otra parte, si el proceso de desacetilación fue superior al 50%, se producirá quitosano, y si este proceso llega al 100% se producirá un polímero llamado quitano. En la Figura 5 se expone el proceso de desacetilación.

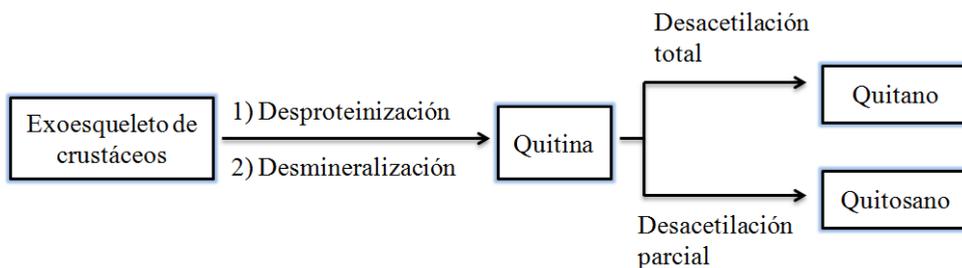


Figura 5. *Proceso de obtención de quitina, quitosano y quitano.*

Fuente: (Lárez Velásquez, Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro, 2006)

2.13.1. Acondicionamiento de la materia prima

Este proceso trata del lavado con agua de los caparazones a procesar y de la separación de la masa residual que puede haberse adherido. El siguiente paso es moler el material hasta conseguir partículas de varios milímetros, que sean adecuadas para el proceso de extracción (Colina, y otros, 2014).

2.13.2. Desproteínización

Este proceso conlleva tratar los caparazones con una solución acuosa diluida de NaOH a una temperatura entre 65–100°C. Este proceso tiene por objetivo, disolver las proteínas. Respecto al tiempo requerido, este puede variar en un rango de 0,5 a 72 horas. En algunas ocasiones es preferible realizar el procedimiento por tiempos cortos, dos veces y de manera consecutiva. Ya que si los procedimientos son realizados por tiempos extensos y a temperaturas muy altas, se puede producir la desacetilación parcial del polímero y la separación de las cadenas (Colina, y otros, 2014).

Existen otros agentes participantes en la extracción de las proteínas, entre los cuales se mencionan los siguientes: Na₂CO₃, NaHCO₃, KOH, K₂CO₃, Ca (OH)₂, Na₂SO₃, NaHSO₃, Na₃PO₄ y Na₂S. Los procesos de desproteínización mediante el uso de enzimas o extractos, y fermentaciones microbiológicas, han alcanzado un éxito relativo ya que, por una parte consumen mucho tiempo, y por otra, dejan proteínas residuales en un porcentaje del 1–7% (Colina, y otros, 2014).

2.13.3. Desmineralización

El CaCO₃ es el componente primordial de los caparazones. Para eliminar este componente se utiliza soluciones de HCl a temperatura ambiente y al 10%. Cabe mencionar que para este proceso, también se han utilizado otro tipo de ácidos como HNO₃, HCOOH, HNO₃, H₂SO₄, y CH₃COOH. Se debe tomar en cuenta que dependiendo de la fuente, es decir, el caparazón, variarán la temperatura y la concentración de los ácidos; tomando en cuenta que, una temperatura muy alta puede desencadenar la degradación del polímero. Una opción empleada para prevenir o

disminuir la degradación del polímero es el uso del EDTA, que es un agente complejante, también llamado ácido etilendiaminotetracético (Colina, y otros, 2014).

2.13.4. Decoloración

Los caparazones de los crustáceos presentan diversidad de colores, debido la presencia de pigmentos en la composición del mismo. Entre los pigmentos podemos mencionar a: la astaxantina, la cantaxantina, el astaceno, la luteína y el β -caroteno. Los tratamientos anteriores, por lo general, no eliminan los pigmentos, por ejemplo, aquellos cuyo proceso de extracción incluye el uso de acetona, cloroformo, éter, etanol, acetato de etilo o mezcla de disolventes; y a temperatura ambiente. Por otra parte, se ha empleado agentes oxidantes tradicionales, como el H_2O_2 (0,5–3%) y el $NaClO$ (0,32%), no obstante, estos agentes suelen afectar a los grupos aminos libres con lo cual estarían modificando el polímero. Aquellos caparazones que presentan colores fuertes, como el de la langosta; el uso de una mezcla $NaOCl$ y acetona ha brindado buenos resultados de decoloración. (Colina, y otros, 2014).

2.14. Desacetilación de la quitina: obtención del quitosano

El proceso de desacetilación de la quitina (Figura 6), se consigue por hidrólisis de los grupos acetamida. Este proceso se lleva a cabo mediante la introducción de la quitina obtenida de los crustáceos, en un medio fuertemente alcalino y con una temperatura elevada. Para la realización de este proceso, es necesario realizarlo en una fase heterogénea, con soluciones concentradas de $NaOH$ o KOH (entre un 30 y un 50%) y temperaturas superiores a $100^\circ C$. Es recomendable que la atmósfera contenga sustancias reductoras ($NaBH_4$ o Na_2SO_3) sea inerte, lo que evitará que el compuesto sufra una despolimerización (Colina, y otros, 2014).

Diversos factores pueden incidir en la reacción, tales como: el material de partida o el grado de desacetilación que se pretende obtener. Por ella, se debe tomar en cuenta que, un tratamiento en medio alcalino tiene como porcentaje máximo de desacetilación valores menores al 75-85%. Además, no es recomendable aumentar el tiempo de la reacción, debido a que se puede producir la degradación del polímero (Polo Galindo, 2016).

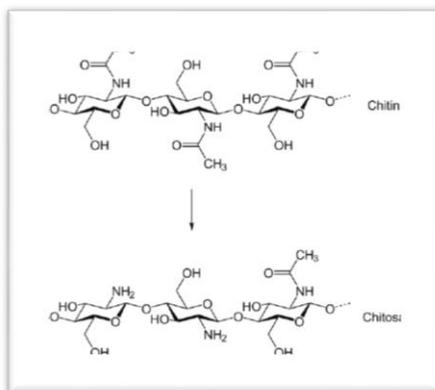


Figura 6. Desacetilación de la quitina.

Fuente: (Polo Galindo, 2016).

Tomando en cuenta que la quitina es un polímero semi-cristalino, al realizar el proceso de la desacetilación en fase heterogénea, las reacciones químicas tendrán lugar en las partes informes del polímero. No obstante, si la reacción ocurre en condiciones homogéneas, la desacetilación será mucho más uniforme. Se debe aclarar, que esta reacción no es llevada a cabo sobre la quitina extraída, sino, sobre un álcali quitina, la cual es obtenida mediante un proceso de congelación-descongelación de una solución alcalina de quitina, consiguiendo una solución acuosa de quitina en hidróxido de sodio. La finalidad de este proceso es que la quitina se disuelva en su completitud. En este proceso las condiciones de temperatura varían entre 25-40 °C con un tiempo de proceso de 12 a 24 horas. La concentración del álcali debe ser del 30% (Polo Galindo, 2016).

Algunos estudios demuestran que mientras el quitosano obtenido por el proceso heterogéneo presenta polidispersidad en cuanto al grado de desacetilación de las cadenas, las obtenidas por la vía homogénea tienen todas las mismas composiciones (Carballo & Martínez, 2010).

La N-desacetilación es un procedimiento que se puede implementar como una alternativa a los procesos mencionados anteriormente, presentado ventajas como la obtención de un quitosano cuyas propiedades físicas y químicas son uniformes. La uniformidad de las propiedades del quitosano será de relevancia en el uso del mismo en la biomedicina. La N-desacetilación es un proceso de acción enzimática en el que intervienen las enzimas quitinas desacetilasas las cuales han sido clasificadas como hidrolasa 3.5.1.4. La función principal de estas enzimas es catalizar el proceso de transformación de la quitina a quitosano (Carballo & Martínez, 2010).

No obstante la eficacia de este método es menor a la ofertada por los métodos químicos, ya que el método enzimático solo logra una desacetilación del 50%, esto porque el sustrato posee una alta cristalización. Gracias a esta característica, solo lo grupos acetilo

que se encuentran en la región externa pueden ser accesibles a la acción enzimática provocando un descenso en el porcentaje de desacetilación (Polo Galindo, 2016).

Uno de los pretratamientos para disminuir la cristalinidad de la quitina, con el objetivo de que sea accesible en su totalidad a los componentes enzimáticos es el calentamiento y el tratamiento con ultrasonido, no obstante, los resultados no han demostrado una mejoría en el proceso de desacetilación. De la misma forma, el tratamiento químico con ácidos fuertes y el tratamiento de explosión de vapor limitado, que es un procedimiento en el cual se calienta a la quitina hasta una temperatura de 120 °C y a una elevada presión, tampoco presentan grandes mejorías (Polo Galindo, 2016).

2.15. Aplicaciones de la quitina y sus derivados

Actualmente, la industria cosmética se está inclinando al uso y aplicación de insumos naturales a fin de crear nuevas formulaciones que satisfagan al consumidor. Tal como lo menciona Lárez (2006), la quitina y el quitosano han sido ampliamente estudiados a nivel nacional e internacional en cuanto a la aplicación de productos cosméticos. Uno de los estudios realizados es el diseño y desarrollo de mascarillas faciales para el acné usando como sustancia activa la quitina a un porcentaje al 2%. Se ejecutaron 2 formulaciones con mezcla D-optimal; en los que se analizaron pH y la extensibilidad, indicando que la gran estabilidad de la quitina, así como sus propiedades médicas mostraron gran mejoría en la cicatrización de las afecciones causadas por acné.

De esta forma, ha sido de gran utilidad en la prevención de la aparición de grietas en las manos, en el tratamiento de las quemaduras por exposición solar, entre otras afecciones. Gracias a su propiedad de desecación se le ha integrado al diseño de fórmulas para tratar imperfecciones estéticas (Pavón Pérez, Valdés Comas, & Pérez Ramos, 2011).

Existe otra investigación para el desarrollo de un cosmético, en el que se diseñó una crema regeneradora a base de quitina para después del bronceado que permita reparar e hidratar la piel. Debido a que la quitina tiene propiedades cicatrizantes, los factores utilizados en la preparación fueron:

- Concentración de alcohol cetílico, ya que este permite una mejor solubilidad de la quitina; lo que origina una crema tersa, con una consistencia tal que permite su difusión y administración en las manos.
- Administración de humectantes diferentes como la glicerina y propilenglicol, con el propósito de comparar y potencializar el efecto de la quitina para brindar una tersura agradable y una suavidad especial en la piel.

Obteniendo como resultados que no existe gran diferencia entre el uso de Propilenglicol o la glicerina. Pero si fue notable la incidencia del alcohol cetílico en los valores de extensibilidad y pH; se observó que a una concentración de 4% actúa bien y el propilenglicol al 3%. El pH dio como resultado $7,05 \pm 0,00$; la extensibilidad igual a

68,15 \pm 1,51 y la tensión fue entre 1,93 \pm 0,01; por su parte, las propiedades psicofisiológicas resultaron satisfactorias y no hubo cremado ni coalescencia; concluyendo que existe una buena compatibilidad entre la quitina y los excipientes de la formulación (Pérez, Nieto, Bilbao, López, & González, 2013).

En Cuba se han realizado varios estudios relacionados con los componentes de estudio, ya que buscan explotar al máximo los recursos naturales en la fabricación de cosméticos, por lo que también es importante conocer si existe o no compatibilidad y estabilidad entre las materias primas y la quitina y el quitosano realizando así un estudio de “Compatibilidad y estabilidad organoléptica de bases semisólidas que contienen quitina y Guacamaya francesa para elaborar una crema con ambos principios activos” (Barrese Pérez, Hernández, & García, 2004).

En este estudio se ocuparon las siguientes materias primas para elaborar la base; laurilsulfato de sodio, alcohol estearílico, petrolato blanco como la idónea para la producción del compuesto, y en las que no se constataba incompatibilidad entre estas y los productos naturales. Obteniendo como óptima la formulación elaborada con las máximas concentraciones de agente emulsificante y fase oleosa (Barrese Pérez, Hernández, & García, 2004).

Al conocer la propiedad cicatrizante de la quitina y quitosano se han realizado varios estudios que permiten utilizar la quitina y quitosano como cicatrizante, de esta manera se encuentran algunos estudios como:

- En base al quitosano, se realiza un diseño, calificación y producción de un ungüento, el cual posee propiedades cicatrizantes. Estas propiedades se deben a la producción de quitosano en base a la quitina mediante un procedimiento de desacetilación, detentando un efecto cicatrizante del 79,28% en relación al grupo de control, al cual se le ha aplicado la constitución básica del ungüento solamente. Esto permite visualizar el efecto cicatrizante del quitosano, fundamentándose en el hecho de que este componente estimula la migración y proliferación celular (Yaipen Chicoma & Baltodano Torres, 2006).
- “Mezclas de hidrogel de quitina y quitosano, fucoidan y alginato como apósitos para heridas con cicatrización”; se ha observado que el hidrogel permite una absorción de fluidos constante por 18 horas. En el examen histológico se identificó significativamente formación de tejido de granulación y la formación de capilares en las heridas deterioradas tratadas con el hidrogel en el día 7, en comparación con los tratados con fibra de alginato de calcio y fucoidan no existen una diferencia relevante comparado entre estos, en cuanto a cicatrización (Murakami, y otros, 2010).
- Además, se han realizado una revisión de los Biomateriales basados en quitina y quitosano en aplicaciones de vendajes de heridas; esto gracias a que la quitina y quitosano cuentan con propiedades como permeabilidad al oxígeno y

naturaleza adhesiva, el vendaje de heridas resulta una de las aplicaciones más prometedoras para la quitina y quitosano, ayudando en el tratamiento tanto de heridas como de quemaduras (Gómez, Estrada, Requena, González, & Armendariz, 2016).

También, se han realizado otros estudios bajo la misma propiedad del efecto cicatrizante y humectante de la quitina y el quitosano. En una de las investigaciones se ha comparado la eficacia de la sulfadiazina de plata con la quitina en el tratamiento de úlceras de los miembros inferiores generalmente presentados en adultos mayores. En esta investigación se comprobó que la quitina en polvo es un producto tan efectivo como agente cicatrizante como la sulfadiazina de plata, natural, de bajo costo e inocuo. Por este motivo las farmacéuticas están invirtiendo en estudios para la utilización en diversas formulaciones que contengan quitina o quitosano (Kuniyoshi, 2012).

En otra investigación en cambio se realizó un estudio de liberación de Sulfadiazina de Plata, desde matrices de quitosano para su uso como apósitos en quemaduras; en el que se ha visto que una crema comercial de sulfadiazina al 1% libera el fármaco (0.089 mg/L) a una concentración mayor a diferencia de la que contiene películas de quitosano (0,031 mg/L); existiendo la posibilidad de envenenamiento o efectos secundarios no deseados por grandes concentraciones de iones de plata en sangre y tejidos, pudiendo ser evitado con el uso de apósitos de quitosano (Piquero Martín, Cavallera, Rojas, & Camero, 1995), (García-García, 2013).

Al presente, existe un mayor interés en la nano-medicina; es así que en un estudio realizado por Castro, Chávez, Santiago y López (2017), han elaborado una preparación y caracterización de una crema foto-protectora solar a base de nano-partículas de quitosano obtenido de los residuos orgánicos “Pluma de pota” del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) con ácido Úsnico obtenido del líquen *Everniopsis trulla*; se preparó una crema foto-protectora, y para validar la formulación se aplicó un diseño factorial, seleccionando como crema patrón a la crema comercial Natura 8. Para todos los compuestos elaborados se ha definido un factor de protección, obteniendo como resultado lo siguiente: la crema validada tiene un 9,6% de transmitancia UV como factor de foto-protección y la crema a base de nano-partículas tiene 7,5% siendo mejores en protección UV respecto al patrón crema Natura -8 que tiene 15,5%. Además, se ha comprobado su acción regeneradora de piel y el efecto antiinflamatorio de la crema que contiene quitosano validada por vía tópica con una inhibición 37,72%.

Otra investigación relacionada con la nano-medicina efectúa un estudio denominado “Aumento de la administración dérmica de valerato de diflucortolona (DFV) usando nano-partículas de lecitina / quitosano: evaluaciones in-vitro e in-vivo” que consiste en preparar el fármaco con nano-partículas de lecitina / quitosano en gel para administración tópica. Observando en los estudios de permeación *ex vivo*, las nano-partículas aumentaron la acumulación de DFV, especialmente en el estrato córneo + epidermis de la piel de rata, sin ninguna permeabilidad significativa; aunque la cantidad

de DFV en la formulación de crema comercial fue 10 veces mayor que el gel, incluidas las nano-partículas, se obtuvieron mejores resultados con las nano-partículas en la formulación del gel por medio de permeación *ex vivo* y estudios *in vivo*. Además, las nano-partículas en gel provocaron inhibición de edema significativamente mayor en ratas en comparación con la crema comercial en estudios *in vivo*. Concluyendo que las nano-partículas de lecitina / quitosano en gel pueden ser un vehículo prometedor para la administración dérmica de DFV en diversos trastornos de la piel (Özcan, Azizoğlu, Şenyiğit, Özyazıcı, & Özer, 2013).

Otro estudio en el que se analiza el efecto protector de las nano-fibras urocánato de quitina contra la radiación ultravioleta en el que se prepara nano-fibras de quitina de ácido urocánico; en el que se irradia con radiación ultravioleta a ratones cubiertos con nano-fibras de quitina de ácido urocánico en el que mostraron eritema cutáneo inducido menor que el control. Demostrando que las nano-fibras de ácido urocánico tienen un efecto protector contra la radiación ultravioleta además disminuyen la generación de eritema inducida por radiación ultravioleta y quemaduras solares. También los resultados sugieren que las nano-fibrillas de quitina tienen un efecto protector contra los UVB, y que los efectos antiinflamatorios y antioxidantes de las nano-fibrillas de quitina pueden afectar su efecto protector contra los UVB. Una combinación de nano-fibrillas de quitina y ácido urocánico podría mostrar un mayor efecto anti-UV que las preparaciones convencionales (Ito, y otros, 2015).

2.16. Cosmética Natural

Desde el año de 1990 se viene abriendo camino la cosmética natural; los consumidores se han preocupado por la salud y el medio ambiente. Los problemas de la cosmética actual son los de la industria estás trabajan con más de 150.000 sustancias químicas diferentes; el 90% de los agentes químicos utilizados son derivados del petróleo, de los cuales millones de sustancias creadas en laboratorios, que nunca habían formado parte de la naturaleza, fueron vertidas en el medio ambiente produciendo impacto ambiental (Nuñez, Navarro, & Cebriá, 2012). El consumo de la cosmética natural todavía es menor en relación con lo convencional; no obstante, estudios de mercado brindan proyecciones sobre un aumento en el consumo de productos naturales en los próximos años. Existen ciertos problemas con los que se encuentran los consumidores en relación con estos cosméticos como distinguir auténticos productos naturales de los que nos son y conocer algunos conceptos como:

2.16.1. Ingrediente natural

Puede estar representado por productos de origen vegetal, animal, mineral o componentes marinos que son un extracto directo no transformado obtenido de la producción agrícola o mediante un procedimiento físico (Alcalde, 2008).

2.16.2. Producto de origen natural

Es el que se origina de la naturaleza y ha sido transformado mediante procedimientos vinculados con el medio ambiente (Alcalde, 2008).

2.16.3. Cosmético natural y ecológico

Este se produce cuando un mínimo del 95% del total de los componentes, son de origen natural y un porcentaje de 5% como máximo, pueden ser ingredientes de síntesis que son parte de la lista restrictiva (Alcalde, 2008).

2.16.4. Cosmético natural

Puede ser dividida en cosmética natural y cosmética ecológica. En la cosmética natural el porcentaje de ingredientes vegetales y de origen natural debe ser mínimo del 50%. En la cuestión referida a la cosmética de carácter natural y ecológico, el porcentaje debe ser mínimo del 95%. (ECOCERT, 2012).

Las principales instituciones europeas que brindan las certificaciones son Ecocert (Francia), BDIH (Alemania), Soil Association (Reino Unido) y AIAB (Italia). Otros organismos destacados son Cosmebio en Francia, CCPB en Italia y Eco Garantie en Bélgica. Estas instituciones poseen aceptación y crédito internacional por parte de la industria cosmética.

2.17. Requisitos que debe cumplir un producto cosmético

- No efectuar daño a la entereza de la piel
- Poseer un alto grado de tolerancia y disminuida capacidad para producir daño toxicológico y microbiano en el usuario.
- Mantener su pH fisiológico
- Poseer una textura agradable y adecuada
- Ser de fácil utilización (Martini, Chivot, & Peyre, 1997).

2.18. Cremas

Desde una perspectiva cosmética, la palabra crema significa una emulsión sólida o semisólida. Están compuestas por materias primas emulsionantes, emolientes, hidratantes y principios activos curativos que continuamente están actualizando o modificando (Wilkinson & Moore, 1990).

2.19. Emulsiones

Es una dispersión termodinámicamente inestable de dos líquidos inmiscibles, habitualmente de naturaleza apolar y polar, en la que uno de ellos forma gotas de tamaño pequeño de 0,1 a 100 micras esta se denomina fase dispersa o interna y la otra fase continua o externa. Además, tienen un emulsionante, esta sustancia facilita la producción de la emulsión, ya que disminuye la tensión interfacial entre la fase apolar es decir oleosa y la fase polar es decir la fase acuosa (Muñoz, Alfaro, & Zapata, 2007).

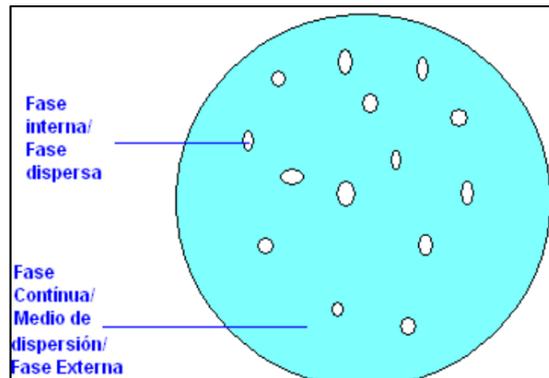


Figura 7. Emulsiones

Fuente: (Lui, 2009).

En el campo cosmetológico, las cremas humectantes, repelentes de rayos UV, etc. son soluciones compuestas por partículas aceitosas que se hayan en dispersión acuosa (Aranberri, Binks, Clint, & Fletc, 2006).

Las emulsiones pueden ser clasificadas como O/W, W/O o múltiples tipo W/O/W y O/W/O, lo cual, dependerá de la forma de la fase dispersa o de la continua.

- **Emulsiones aceite en agua – oleoacuosas (O/W):** para esta emulsión, la fase dispersa está formada por aceite o ingredientes solubles en él, y la fase continua por agua o ingredientes solubles en ella; para la mezcla de estos es preciso incorporar un emulsificante para reducir la tensión entre la fase oleosa y acuosa.
- **Emulsiones agua en aceite – acuoleosa (W/O):** formadas por una fase acuosa, que es la fase interna/ dispersante, mezclada con aceite que es la fase continua. Estas emulsiones tienen el beneficio de extender con facilidad sobre la piel lipofílica y proporcionan una película muy resistente al agua, están dirigidas a las pieles muy secas, cremas protectoras y a los productos para la protección solar.
- **Emulsiones estabilizadas por cristales de líquidos:** muy utilizadas actualmente debido permiten utilizar de forma eficaz para transportar principios activos que pueden quedar entre las bicapas de los tensioactivos, estas

emulsiones usadas para reducir la irritación de la piel (Martini, Chivot, & Peyre, 1997).

Consideraciones a tomar en cuenta en la formación de emulsiones:

- **pH:** debe ser ligeramente superior a 7,0 en el caso de ser demasiado ácido o básico no son compatibles con el pH neutro – ácido de la piel de 5,2 – 5,4.
- **Temperatura:** generalmente se preparan a 75°C y son diseñadas para que actúen de manera óptima a temperatura ambiente (Draelos, 2006).

2.19.1. La fase oleosa

Esta composición puede ser compuesta por un producto químico orgánico de síntesis, como, por ejemplo: hidrocarburos, o grasas y aceites procedentes de materias primas apenas manipuladas o por productos naturales de naturaleza orgánica, como, por ejemplo, aceites vegetales; también obtenidas de lípidos naturales químicamente modificados, como por ejemplo, grasas hidrogenadas (Muñoz, Alfaro, & Zapata, 2007).

2.19.2. La fase acuosa

Rara vez consiste en agua pura, generalmente se encuentran varios productos de naturaleza hidrófila. Los elementos que pueden ser diluidos en un ambiente acuoso son: sales, ácidos, bases, azúcares, tensioactivos, proteínas. En diversas soluciones O/W es recomendable utilizar estabilizantes en la fase acuosa, necesidad que puede ser solventada, en particular, por polímeros sintéticos. El éxito de una fórmula dependerá de la efectiva hidratación de los biopolímeros hidrocoloides tales como, los polímeros sintéticos, los cuales, están condicionados por la eficacia de la dispersión de los sólidos y por los solutos que se encuentren en la fase (Sanz, 2010).

2.19.3. Emulsionantes

Favorecen la formación de gotas con un menor consumo de energía, y por tanto, la producción de la emulsión, al reducir la tensión interfacial; tiende a migrar y adsorberse rápidamente en la interfase. No se debe confundir emulsionante con estabilizante. A veces se confunde un emulgente con un estabilizante, el cual no presenta gran actividad interfacial. Por otro lado, los emulsificantes brindan estabilidad física por corto o largo tiempo facilitando la formación de las emulsiones (Muñoz, Alfaro, & Zapata, 2007).

2.19.4. Estabilizante

Es de naturaleza macromolecular que en presencia de una fase acuosa para su hidratación, facilita una estabilidad física para una emulsión O/W durante un tiempo prolongado, actúa restringiendo la movilidad de las gotas de la fase dispersa, gracias al aumento de viscosidad y, en ocasiones de la visco-elasticidad, de la fase continua. Dicha

estabilidad favorece principalmente las interacciones estéricas entre las gotas. Se puede citar varios ejemplos de estabilizantes: polímeros sintéticos hidrófilos y polisacáridos: goma xantana, galactomananos, almidones, etc., (Muñoz, Alfaro, & Zapata, 2007).

2.19.5. Estabilidad de las emulsiones

Una emulsión es inestable por su propia naturaleza, por ejemplo, una mezcla de agua y el aceite no se mezclan fácilmente. Existen cuatro mecanismos de inestabilidad diferentes los cuales producen la separación de las emulsiones.

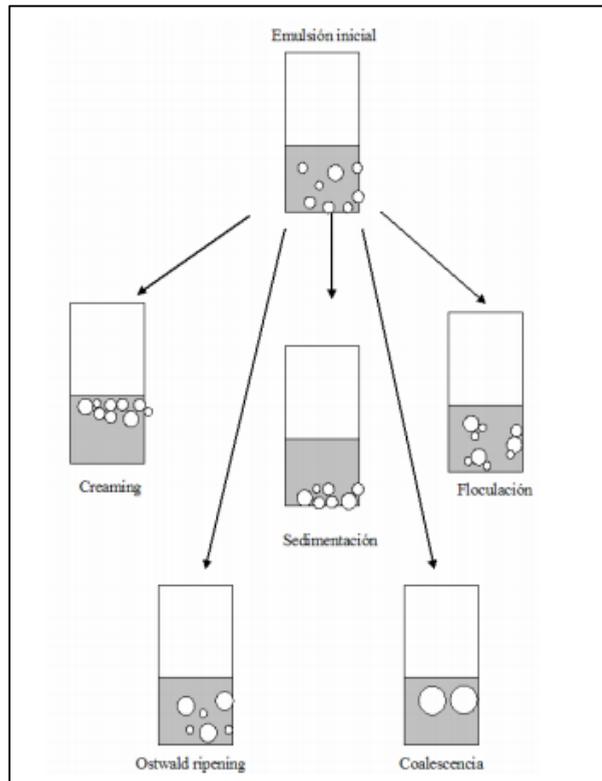


Figura 8. Mecanismos que contribuyen a la inestabilidad de emulsiones

Fuente: (Aranberri, Binks, Clint, & Fletc, 2006).

2.19.6. “Creaming”/sedimentación

Estos son procesos similares y cuya causa es principalmente la gravedad, la cual, genera un gradiente vertical en la concentración de las gotas. No obstante, no afecta a su tamaño y disposición. En el caso de las emulsiones O/W, las partículas de aceite poseen una densidad menor a la de la fase acuosa y continua; por lo tanto, principalmente ocurre el *creaming* (Aranberri, Binks, Clint, & Fletc, 2006).

2.19.7. Floculación

Consiste en la inclusión de las gotas sin que se produzca una fusión. Al igual que en el caso anterior, no se producen variaciones en el tamaños y disposición de las mismas. La floculación posee un equilibrio global entre dos fuerzas, las de atracción electrostática, llamadas también de Van Der Waals, y las estéricas. Este equilibrio de fuerzas, será el encargado de controlar el proceso de floculación (Aranberri, Binks, Clint, & Fletc, 2006).

2.19.8. Coalescencia

Mediante agitación intensa se puede obtener una dispersión de agua en aceite; al cesar la agitación se produce la separación de la emulsión, las partículas dispersadas se acercan unas a otras formando gotas más grandes, produciendo la coalescencia. (Martini, Chivot, & Peyre, 1997). Este proceso, sin vuelta atrás, exigiría una cantidad extra de energía para lograr restituir el tamaño de la partícula a su estado original. La inestabilidad de la emulsión, generada por el proceso de coalescencia, puede encontrarse en relación con la rigidez tenso activa de la capa y la curvatura periférica, las cuales son las encargadas de estabilizar la emulsión.

2.19.9. Engrosamiento de gotas (Ostwald ripening)

Este proceso se origina gracias a la absorción de gotas pequeñas por parte de las más grandes; y se produce porque, la presión interna de las gotas pequeñas es mayor a la contenida por las gotas grandes. La velocidad de este proceso dependerá de la solubilidad de la fase dispersa en la fase continua (Aranberri, Binks, Clint, & Fletc, 2006).

2.19.10. Cremas humectantes

El desarrollo de estas cremas se ha producido gracias al descubrimiento de que el agua es la única sustancia capaz de dar elasticidad a la capa de células más externas y muertas de la epidermis para dotarla del atributo más deseado, conocido como piel suave y tersa; se ha observado que solo el aceite no restaura la flexibilidad de la piel (Aranberri, Binks, Clint, & Fletc, 2006).

Existen dos causas básicas que provocan la piel seca.

- a) Una prolongada exposición al viento y a un ambiente con poca humedad, lo que altera el grado de hidratación normal del estrato córneo.
- b) Cambios físicos o químicos en la piel como consecuencia de procesos tales como envejecimiento, continuo desangramiento, etc., Las alteraciones

producidas por el envejecimiento se atribuyen, principalmente, al efecto de la luz ultravioleta, argumento fundamentado en las diferencias existentes entre la piel de las partes del cuerpo que habitualmente están cubiertas y aquellas que no se tapan (Wilkinson & Moore, 1990).

Generalmente los humectantes permiten la hidratación del estrato córneo estos al aportar agua provocan una leve hinchazón del estrato corneo que da una percepción de piel más suave y menos arrugado; los humectantes son materiales capaces de atraer el agua de la atmosfera (en el caso que humedad atmosférica sea mayor a 80%); en situaciones de baja humedad puede absorber agua de la epidermis profunda y de la dermis, resultando una mayor sequedad de la piel. Algunos humectantes además tienen actividad bacteriostática (Fitzpatrick, 2008).

Por lo general los humectantes se agregan a las cremas cosméticas del tipo aceite-agua para que cumplan las siguientes funciones: reducir la desecación exterior de tales cremas por la exposición al aire y las propiedades higroscópicas de la película del humectante que permanece en la piel que influirá en la textura y estado de la piel (Wilkinson & Moore, 1990).

2.19.11. Propiedades de un humectante ideal

- **Higroscopicidad:** es la capacidad de absorción y retención de humedad adquirida de la atmósfera en condiciones normales.
- **Viscosidad:** Un humectante de baja viscosidad se mezcla fácilmente en un producto, pero, a la inversa, una viscosidad alta colabora a prevenir la separación de emulsiones, o sedimentación de suspensiones.
- **Compatibilidad:** Se refiere a que la emulsión debe ser concomitante con una gran cantidad de materiales
- **Toxicidad:** El humectante no debe presentar características toxicológicas que afecten a la salud del usuario.
- **Reacción:** Es recomendable que el compuesto posea una reacción neutra.
- **Estabilidad:** No debe ser de carácter volátil y ni propenso a la solidificación. En condiciones de temperatura normal, no debe propiciar la formación de cristales (Wilkinson & Moore, 1990).

2.20. Medición de la hidratación de la piel

Esta medición se realiza de manera rutinaria en entornos clínicos y experimentales; varios instrumentos fueron desarrollados y están disponibles comercialmente para este cometido. La mayoría de estos artefactos emplean recursos eléctricos sobre las capas superficiales de la piel para medir el contenido de agua (Clarys & Barel, 2015).

2.20.1. Prueba en vivo con el Corneometer CM825

EL corneómetro o *corneometer* (en inglés) proporciona un criterio de eficacia reconocido, el cual es útil para delimitar el grado de humectación de la piel. Este dispositivo permite realizar las mediciones de hidratación de la piel; ha sido referenciado en diversas investigaciones publicadas como artículos, tales como estudios de dermatología y cosmetología en los que los términos "corneometría" y medición de la hidratación de la piel son inseparables y depende siempre del estándar del *Corneometer* (Cáceres, 2006).

2.20.1.1. Principio de medición

Se basa en el cálculo de la capacitancia de un medio dieléctrico, esta medida se fundamenta completamente en diferentes constantes dieléctricas de agua y otras sustancias (principalmente <7). La medición del condensador muestra cambios de capacitancia de acuerdo con el contenido de humedad de las muestras, una lámina de vidrio separa el metal huellas (oro) en el cabezal de la sonda desde la piel para prevenir la conducción actual en la muestra. Un campo eléctrico entre las pistas con la atracción alterna se desarrolla. Una pista acumula un excedente de electrones (sin cargo) el otro una falta de electrones (más cargo) scatterfield penetra la primera capa de la piel durante la medición y la capacitancia está determinada (Microcaya, 2016).

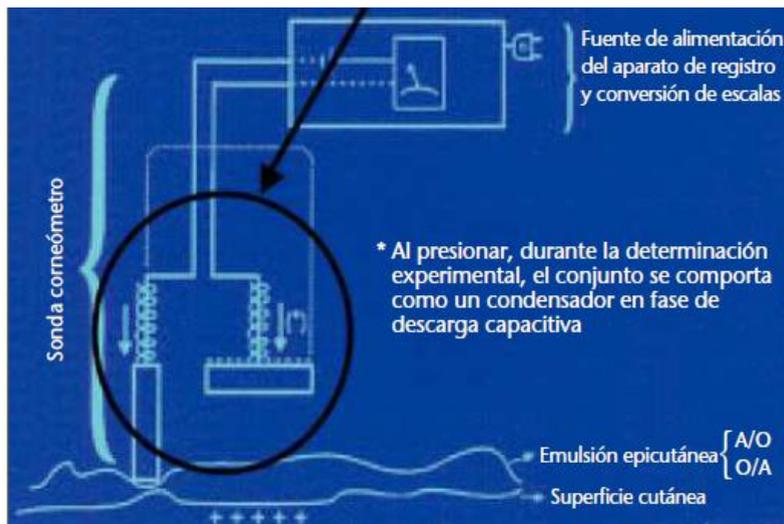


Figura 9. Funcionamiento básico del corneómetro

Fuente: (Cáceres, 2006)

Una de las mayores ventajas del método de medición de capacitancia, es que su medición puede detectar incluso las más pequeñas variantes en el nivel de agua presente

en la piel. Este proceso se realiza en un tiempo mínimo de 1 segundo y puede ser ampliamente reproducido. Debido a la estructura del cabezal de medición, la profundidad de la medición es mínima, de unos 15 μm del extracto córneo de la piel (Fluhr, y otros, 1999).

2.20.1.2. Ventajas del Corneómetro® CM 825

- No hay influencia de sustancias químicas o sales de productos que se apliquen en la piel, durante el suministro de la medición de capacitancia.
- La profundidad de penetración del campo de dispersión eléctrica es demostrable, de modo que solo mide la humedad en el exterior de la piel.
- Los últimos componentes electrónicos proporcionan estabilidad de temperatura en la nueva sonda.
- Los cambios en el suministro de energía no influyen en la medición.
- La presión constante pero baja del cabezal de la sonda proporciona mediciones exactas y reproducibles, que no influyen en la piel.
- Con el Corneometer® CM 825 es posible verificar los valores de calibración del dispositivo, así como la profundidad de penetración del campo de dispersión (Microcaya, 2016).

2.20.1.3. La Sonda

Proporciona estabilidad de temperatura, el cabezal de la sonda posee un resorte que garantiza una presión constante sobre la piel, permitiendo unas mediciones exactas y reproducibles que no afectan a la piel; el reducido peso de la sonda y la escasa superficie de medición (49 mm^2) permiten un fácil manejo, mediciones en cualquier lugar del cuerpo y una limpieza sencilla tras las mediciones (Cáceres, 2006).

La sonda consta de autonomía propia, gracias a que los datos de calibración necesarios para las pruebas, se encuentran en su interior. Esto brinda la posibilidad de que esta pueda ser articulada con variedad de dispositivos. También supone una ventaja importante para un rápido y sencillo mantenimiento de la sonda (Cáceres, 2006).

2.20.1.4. Calibración

La precisión de la sonda; es decir, los valores de calibración y profundidad de penetración, pueden comprobarse de forma sencilla en cualquier momento. Esto es posible gracias a la capacidad del instrumento para realizar mediciones repetidas sobre la piel; además, se puede realizar mediciones de forma indirecta, mediante una cámara de aire colocada sobre el cabezal de la sonda. (Microcaya, 2016).

El sensor de condiciones ambientales para medir la humedad relativa y la temperatura ambiente puede conectarse al sistema.



Figura 10. Corneometer CM 825

Fuente: (Cáceres, 2006).

2.21. Test de irritabilidad

La Norma Oficial Mexicana NOM-039-SSA1-1993 establece los procedimientos para especificar las particularidades de irritación y de sensibilización. Esta norma tiene por finalidad disponer patrones, modelos y límites para los procesos de producción de los fabricantes. Mediante esta regulación, se brinda la seguridad de que los productos no provoquen irritación en el usuario al momento de ser utilizado, para lo cual, los procedimientos deben estar enfocados en la prevención de un posible daño para la salud (Norma Oficial Mexicana NOM 039 SSA1, 1993).

Las pruebas en humanos deben ser realizadas a través de un proceso éticamente desarrollado por lo que se procedió a realizar el test de irritabilidad en 10 voluntarias, de una edad comprendida entre 25 a 35 años, a quienes, se les proporcionó los datos pertinentes sobre la finalidad y naturaleza del estudio que se va a realizar. Por otra parte, firmaron una carta, en la cual, se explicita de forma escrita su aceptación para participar voluntariamente. Por último, al final del estudio, se entregará a cada participante un informe final con las conclusiones obtenidos mediante el estudio realizado (Morales, Nava, Esquivel, & Díaz, 2011).

2.21.1. Selección de voluntarios

De acuerdo con Mosquera, Noriega, Tapia y Pérez (2012), la incorporación de voluntarios en la experimentación debe ser efectuada considerando ciertos criterios de inclusión, los cuales examinan a través del cuestionario de voluntarios (Anexo 1),

además de aceptar su participación mediante la firma del consentimiento informado (Anexo 2):

- Debe ser una persona sana, que no presente patologías de la piel como psoriasis, eczema u otro tipo de erupciones en cualquier sitio de la piel, cáncer en la piel, que pudiera obstaculizar con las evaluaciones efectuadas en este estudio.
- No debe encontrarse bajo tratamiento médico con fármacos esteroides, anti-inflamatorios de administración general, o si se está administrado cualquier fármaco en el sitio de implementación de la fórmula estudiada.
- No presentar asma severa o algún tipo de alergia respiratoria que requiere de una terapia crónica o frecuente con administración de medicamentos.
- No presentar afecciones inmunodeficientes (lupus, tiroiditis, etc.).
- No presentar antecedentes alérgicos producto de pruebas anteriores.
- Si es mujer, no estar embarazada o en periodo de lactancia.
- El participante debe tener por lo menos 18 años. No más del 20% de los participantes podrán tener más de 65 años.

Tabla 4. Patrón para la valoración de la prueba de irritabilidad.

PATRÓN DE VALORACIÓN	
0	La piel no presenta ninguna reacción superficial.
$>0 \text{ y } \leq 1$	Se presenta eritema ligero definido o ausencia del mismo; puede presentarse resequedad, por otra parte, no se observan reacciones alérgicas que causen erupciones.
$>1 \text{ y } \leq 2$	Se presenta eritema de forma moderada que, puede estar acompañado de pápulas o grietas profundas.
$>2 \text{ y } \leq 3$	Se presentan como eritema severo, el cual, puede ser identificado por su color rojo brillante; o eritema severo acompañado de un edema ligero, caracterizado por sus bordes definidos y la elevación.
$>3 \text{ y } \leq 4$	Se presentan vesículas en la piel de forma general, además pueden presentarse eritema severo o moderado, fuera del área de administración del producto.

Fuente: (Norma Oficial Mexicana NOM 039 SSA1, 1993)

Durante el primer ensayo, si la piel del sujeto de prueba presenta una irritación desmesurada, es necesario corregir la concentración de la crema y disminuir el tiempo de exposición; además, si se obtiene una calificación igual o mayor que 2 se realiza una nueva aplicación del parche en la parte anterior al lugar en donde se inició el procedimiento. Si este sitio obtiene una calificación igual o mayor de 2, el tercer sitio

se elegirá en la parte posterior al lugar inicial, todo esto deberá ser registrado y documentarse.

2.21.2. Interpretación de los resultados

Una vez realizados todos los ensayos pertinentes con sus respectivas evaluaciones, se deben sumar las puntuaciones adquiridas por cada día en el que se probó el producto. El total de esta suma será dividido para la suma total de los sujetos de prueba. Esto brindará una cifra promedio por día. Por último, se deben sumar las puntuaciones promedio de cada día y dividir para el número de días en los que se realizaron los ensayos, con esto se obtiene un promedio final del experimento.

2.21.3. Criterios de aceptación

Los productos para la administración en bebés deben mostrar un índice de irritación promedio final no mayor de 1. Por otra parte, aquellos insumos que logren una calificación menor o igual a 1,5, serán catalogados como idóneos para la administración en humanos de manera general (SSA1, 1993).

2.21.4. Evaluación de la humectación de las cremas en la piel

Según Martínez et al., (2014) para la valoración de hidratación producida por la crema a base de quitina y quitosano, se toma como referencia la medida del rango de humectación ofrecida por el equipo, la cual se ubica entre 20 y 120 U.A. Según el rango de humectación medido por corneometría, se tiene el siguiente criterio:

- Piel seca ≤ 30 U.A.
- Piel hidratada ≥ 60 U.A.

2.22. Determinación de las características organolépticas de la crema de manos a base de quitina y quitosano

Una vez terminada la parte experimental es de gran importancia analizar sus características organolépticas de los productos cosméticos finalizados, para determinar la aceptación del producto en el consumidor y que cubran sus expectativas, por lo general se evalúa su aspecto, color, olor y sensación al tacto, estos parámetros son comparados entre una crema comercial y la crema a base de quitina y quitosano por un grupo calificado de expertos.

De acuerdo con Ortiz (2016), esta determinación proporciona parámetros que permiten evaluar inmediatamente las condiciones en las que se encuentra la muestra en estudio, fundamentándose en análisis comparativos, con la finalidad de comprobar cambios como: separación de fases, precipitación y turbiedad. Esto permite una valoración

primaria del producto. Se debe utilizar una muestra de referencia, recientemente elaborada, o una muestra del producto, almacenada a temperatura adecuada, para evitar modificaciones en las propiedades organolépticas.

- **Aspecto:** observar las características de la muestra de manera macroscópica, comprobando se existen cambios en su aspecto. Las descripciones utilizadas pueden ser: granulaciones, polvo seco, polvo húmedo, cristalino, pasta, gel, fluido, viscoso, volátil, homogéneo, heterogéneo, transparente, opaco, lechoso, etc. La muestra puede ser clasificada según los siguientes criterios:
 - normal, sin alteración;
 - levemente separado, levemente precipitado o levemente turbio;
 - separado, precipitado o turbio.

- **Color:** Los métodos más usuales para verificar el color del compuesto son el visual y el espectrofotométrico.
 - **Visual:** Primero se debe tener un patrón de colores establecido con el cual se pueda comparar el color de la muestra, para lo cual se pueden utilizar fuentes de luz como, luz blanca, natural, o cámaras especiales con diferentes fuentes de luz.
La muestra puede ser catalogada siguiendo los siguientes criterios:
 - normal, sin alteración;
 - levemente modificada;
 - modificada;
 - intensamente modificada.
 - **Espectrofotométrico:** La muestra se somete a un análisis de espectro, para luego ser comparada con un espectro de referencia. Variaciones en la intensidad de la banda (efectos hiperocrómico e hipocrómico) o en la amplitud de onda relativa a la absorción máxima - máx. (efecto batocrómico o hipsocrómico) muestran cambios en el color o modificaciones en la coloración del compuesto.

- **Olor:** Para este procedimiento se utiliza el olfato, para comparar el olor que presente la muestra con un patrón previamente establecido.
La muestra puede ser catalogada siguiendo los siguientes criterios:
 - normal, sin alteración;
 - levemente modificada;
 - modificada;
 - intensamente modificada.

- **Consistencia:** se basa en tomar una pequeña cantidad de crema y aplicarla suavemente sobre el dorso de la mano y se observa la firmeza de la crema (Ortiz, 2016).

CAPÍTULO III - METODOLOGÍA

El presente trabajo tiene carácter cuantitativo, ya que, se aplicó un proceso deductivo, secuencial y probatorio mediante el cual se generaron los resultados; los mismos que pueden ser replicados para validar el estudio realizado.

En relación con el nivel de profundidad del estudio, este es de carácter explicativo, debido a que se busca la comprensión de los hechos a través del establecimiento de una relación causa-efecto. Para ello se ha diseñado un estudio de eficacia clínica para evaluar la capacidad de humectación de dos cremas a base de quitina y quitosano.

Para realizar esta investigación se estableció una estrategia para responder al problema planteado, que consistió en un proceso que somete a un grupo de individuos a determinadas condiciones, específicamente a estímulos sobre la piel para observar los cambios ocasionados en el lugar del cuerpo especificado para la administración de la crema; por lo tanto, es una investigación del tipo experimental.

Se trata de un estudio aleatorizado, en el cual cada participante representa la unidad experimental. Se consideró un grupo sobre el cual se procedió a realizar una medición inicial sin la administración de la crema (basal), posteriormente se aplica el estímulo (la crema) para realizar tres mediciones de los aspectos característicos de los niveles de humectación.

3.1. Variables

3.1.1. Variables independientes

Es aquella susceptible de medición, manipulación y selección por parte del investigador, con la finalidad de definir la relación que esta posee con el fenómeno o fenómenos observados (Arias, 2012); esta variable es aquella que afecta directamente los resultados y fue el tipo de crema, presentada en dos categorías:

- Crema de Quitina, y
- Crema de Quitosano.

Estas variables son de tipo cualitativo, ya que provienen del resultado de un proceso de elaboración o producción.

3.1.2. Variables dependientes

Es el factor que el investigador mide y observa, para delimitar las consecuencias de la variable independiente, siendo la variable de respuesta o de salida, en este caso las variables dependientes fueron:

- Grado de humectación, y
- Grado de irritabilidad.

El grado de humectación es una variable cuantitativa continua, que expresa el porcentaje de hidratación en la piel y que es observada a través del corneómetro, instrumento que emitió reportes de las mediciones realizadas sobre la piel.

El grado de irritabilidad también es una variable cuantitativa, pero que con el análisis de otras consideraciones se convierte en una variable cualitativa, ya que se categoriza el grado de irritabilidad, entendiéndose como una variable compuesta.

3.2. Población y muestra

La población del estudio está conformada por 32 personas del Condominio Florencia del sector Ricaurte del Cantón Cuenca. A partir del criterio de selección, la muestra resultante para el presente estudio es de 21 mujeres sanas voluntarias.

3.3. Criterios de inclusión y exclusión

La selección de los voluntarios participantes para el presente estudio, consistió en la búsqueda directa de los posibles colaboradores, a quienes se les invitó a participar en la investigación, informándoles los objetivos del experimento. Se informó que consistía en el empleo de un cosmético en una región determinada del cuerpo (parte dorsal de las manos), a través del uso de productos no invasivos que no representen peligro alguno para la salud del participante; además, antes de realizar cualquier medición, se brindó información sobre los propósitos del estudio, los riesgos y los provechos de la participación, así como, cualquier otra información pertinente que requiriera el voluntario. Con base a lo expresado anteriormente, se ejecutó un cuestionario, con la finalidad de valorar los datos, para determinar la inclusión de los sujetos en el estudio (ver Anexo 1).

Se seleccionaron personas entre las edades de 25 a 35 años, de sexo femenino; como principio de exclusión estuvo que aquellos pacientes que presentaran alguna comorbilidad dermatológica, tales como: alergia, dermatitis o enfermedades autoinmunes, no serían incorporados en el estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La investigación exigió la obtención de información de diversas fuentes, tanto primarias como secundarias, según el requerimiento de información. De esta manera, se realizó una exploración documental que permitió establecer las bases teóricas y técnicas del estudio, ya sea, para la producción de cremas como para la ejecución del experimento. Así mismo, se obtuvo información directa de las voluntarias, a partir de las mediciones del corneómetro y de la evaluación de cada una de ellas respecto a su evaluación respecto a las características físicas de las cremas. A continuación, se detallan los métodos de obtención de información aplicados en la investigación:

- **Análisis documental:** se realizó el levantamiento de información, obtenida a partir de artículos y libros científicos encontrados en las bases de datos de *scielo*, *scopus*, de los cuales se obtuvo documentos afines a nuestro estudio.
- **Análisis de contenidos:** se procedió a revisar artículos y libros de una forma minuciosa con el fin de descubrir, interpretar y desarrollar métodos y teorías para el avance del conocimiento humano en una amplia variedad de asuntos científicos sobre el tema de estudio.
- **Observación directa:** Se utilizó la observación directa a través del corneómetro, con una escala de estimación de humectación de las manos de las participantes; estos datos fueron exportados a una hoja de cálculo de MS-Excel para su posterior análisis estadístico. La recolección de información constó del manejo de:
 - instrumento no estructurado del tipo bitácora que permitió hacer el seguimiento del proceso de experimentación,
 - tabla de datos en la cual se organizó la información relativa a las mediciones de corneómetro,
 - encuestas mediante la aplicación de cuestionarios a las voluntarias, y
 - fotografías de todos los procedimientos.

3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En este punto se analizó lo referente a las mediciones del grado de humectación de las cremas cosméticas. Se realizó la descripción estadística de los datos obtenidos en las mediciones, a partir de estadísticos como: promedio, desviación estándar y la mediana, los cuales permitieron caracterizar la conducta de la piel al recibir las cremas. El procesamiento consistió en la organización de los datos según las variables de la investigación y variables de identificación que permitieron clasificar y categorizar los resultados.

Una vez obtenidos los indicadores de varianzas y correlaciones, se realizó el análisis estadístico inferencial con base a la hipótesis planteada. Mediante el uso del programa estadístico SPSS, se analizó la relación entre los tratamientos y la humectación de la

piel. Para ello se realizaron confrontaciones entre hipótesis pertinentes, según los cuales se evaluó la existencia de comportamiento normal en los residuos con la finalidad de encontrar los argumentos necesarios para llegar a resultados concluyentes y demostrar la igualdad o la diferencia significativa entre dos conjuntos de mediciones, según los momentos: antes y después de la administración de las cremas, presentados de la manera siguiente:

- Medición cero. Esta medición se realiza al inicio de la experimentación, sin aplicar ninguna de las cremas.
- Primera medición – 8 días.
- Segunda medición – 16 días.
- Tercera medición – 20 días.

El estadístico utilizado fue el promedio del porcentaje de humectación para cada voluntaria. A partir de estos datos se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS) en el programa estadístico, con el fin de evaluar la normalidad de la distribución de los datos. La regla de decisión fundamental se basa en que se aceptará un p-valor menor a 0,05 como estadísticamente significativo y con un grado de confiabilidad del 95%. Si bien la prueba indicada por la literatura de la experimentación para determinar la normalidad de los datos es la prueba Kolmogorov-Smirnov (KS), también conocida como prueba de bondad de ajuste, dicha prueba es aplicable cuando la muestra supera los 50 individuos. Este inconveniente es superado mediante la aplicación de la prueba de Shapiro-Wilks (SW), la cual se utiliza cuando la muestra posee un tamaño inferior a 50, teniendo una relevancia similar en términos estadísticos (García Nogales, 2011).

Se aplicó el análisis de la varianza, ANOVA, en el análisis de igualdad entre del efecto de humectación entre los momentos de aplicación, así como también la prueba U de Mann-Whitney dado que la aplicación de los tratamientos es secuencial sobre las mismas unidades experimentales.

Los contrastes de hipótesis estadística se realizaron con un grado de significancia de 0,05 y con un nivel de confianza del 95%. Finalmente, para el examen de datos de la fase 4 (determinación de las características organolépticas), se procedió a la valoración de la aceptación del producto elaborado, a través, de la puesta en marcha de una encuesta, mediante un cuestionario aplicado en los participantes del estudio.

3.6. Procedimientos utilizados en la investigación

Según los objetivos planteados en el estudio, se presenta la descripción de los procedimientos realizados:

3.6.1. Procedimiento de la extracción de la quitina

- Preparación de la materia prima:
Se procedió a la recolección de desechos de camarón en diferentes tiendas y restaurantes de la ciudad de Cuenca. Los residuos del camarón fueron separados de sus caparazones, y se procedió a lavar con agua potable, se secó en estufa a 40 °C por dos horas y finalmente se trituró, se licuó y se tamizó hasta obtener tamaños de partícula entre 0,8 mm y 1,5 mm.
- Método de desmineralización:
La remoción de los carbonatos de calcio de los caparazones se realizó con una solución de ácido clorhídrico (HCl), con concentración de 2N en una relación sólido: líquido de 1:5, a temperatura ambiente, bajo agitación constante, por tiempos de 1 y 2 horas, que posteriormente fue filtrado.
- Método de desproteinización:
El material obtenido en la etapa de desmineralización, las proteínas existentes fueron con solución de hidróxido de sodio (NaOH, grado analítico), a concentraciones de 4%, en una relación sólido: líquido 1:10, manteniendo la temperatura a 95°C, bajo agitación constante durante tiempos de 1, 2 y 3 horas, se filtró al vacío y neutralizó con agua des ionizada. Posteriormente la muestra se filtró, fue lavada y secada por 4 horas en estufa, con lo cual se obtuvo la quitina.

3.6.1.1. Elaboración las cremas humectantes de quitina y quitosano

Mediante el presente trabajo investigativo se desea validar ciertas características y propiedades de dos sustancias naturales (quitina y quitosano) utilizadas en una formulación cosmética base, como componentes hidratantes; lo cual será puesto a prueba para su posterior análisis en relación al grado de humectación proporcionado por las mismas.

Estos ingredientes fueron revisados en la base de datos de ingredientes cosméticos creada por la Comisión Europea (COSING). Mediante revisión bibliográfica, se analizó la concentración adecuada del ingrediente activo considerado.

Tabla 5. Porcentajes en la elaboración de cremas a base de quitina y quitosano.

Componentes de la Fórmula	Nombre INCI	Porcentajes recomendados	Cada 100 ml contienen
Quitina		4%
Quitosano		4%
Alcohol cetílico	Cetyl alcohol	2-10%	6%
Dehyquart	Cetrimonium Chloride	2-5%	4%

Fragancia	fragance	csp	Csp
Metilparabeno	Methylparaben	0.1-0.5%	0.1%
Agua destilada	aqua	csp	Csp

Fuente: Comisión Europea (COSING)

3.6.1.2. Procedimiento de la elaboración de las cremas.

- Pesaje de las materias primas:

Mediante la balanza analítica se realizó el pesaje de todos los compuestos de las fórmulas cosméticas según tabla de elaboración de cremas.

- Preparación de la fase acuosa (Fase A):

Se diluyen y se mezclan todos los compuestos acuosos a una temperatura de 70 grados centígrados.

- Preparación de la fase oleosa (Fase B):

Se procedió a diluir los compuestos acuosos y a su mezcla a una temperatura de 70 grados centígrados.

- Mezcla de la Fase a con la Fase B:

Se mezclaron las fases acuosa y oleosa o/w. adicionando los principios naturales (quitina y quitosano) previamente diluidos en alcohol y finalmente se agita por 40 minutos, se adicionan los aditivos (color, aroma y perseverante), hasta obtener una mezcla homogénea.

3.6.2. Determinación de las propiedades de las cremas:

Después de la obtención de las cremas cosméticas se determinó el pH:

- la lectura se realizó utilizando el pH-metro marca METTLER TOLEDO;
- inicialmente se calibra con los Buffer 4 y 7; y,
- se introduce el electrodo, se homogeniza y se determina el pH.

3.6.3. Test de irritabilidad

En este estudio, para realizar el test de irritabilidad se utilizó en la Norma Oficial Mexicana NOM-039-SSA1-1993 presentada en el marco teórico, por lo que se muestran los siguientes parámetros:

- a) Inicialmente, se elaboraron las cremas al 10% en solución acuosa.
- b) Se aplicó en la superficie lateral superior del brazo.
- c) Se colocó cada producto sobre la piel utilizando parches de algodón; estos parches se aplicaron por triplicado en cada brazo de los participantes, cada uno durante 4 horas. Se revisó si existía alguna irritación; en caso de que no lo

hubiera se dejó nuevamente por 24 horas, posteriormente se valoró y en caso de no existir irritaciones se colocaron nuevamente los parches por 48 horas para finalizar el estudio de irritabilidad. Además, para evitar que la sustancia aplicada se deslizara u ocupara un área mayor de la necesaria para la prueba, se midió cuidadosamente la cantidad de sustancia óptima para el ensayo.

- d) Se evaluaron a los voluntarios, para su análisis.

3.6.4. Procedimiento en Vivo mediante el equipo Corneometer CM825.

- a) Se ejecutó una medición basal del dorso de las manos de las voluntarias cumpliendo las normas de asepsia.
- b) Se les entregó la crema humectante a base de quitina y quitosano respectivamente a las pacientes voluntarias con su respectivo manual de aplicación en el consistía que la administración de las cremas se debe realizar por lo mínimo tres veces al día, de forma continua hasta realizar la primera medición, segunda y tercera medición del estudio.
- c) Limpieza del sensor de humectación antes, durante y después de usar con agua destilada.
- d) A los ocho días de administración se ejecutó la primera medición, en la cual se desinfecto el área del dorso de la mano, con una torunda de alcohol, después de unos minutos se efectuó la primera medida mediante el sensor y se realizó tres replicas en cada paciente, cada 5 segundos después, para evitar resultados erróneos, pues, el agua se acumula debajo del cabezal de la sonda y no puede evaporarse; la misma influye en el control y los valores de medición van aumentar a pesar de que la cantidad de agua contenida en el estrato córneo no ha cambiado, cada lectura se culmina con el pitido que hace el equipo y la medición aparece en la pantalla, el cual se encarga de sacar la media de las tres comprobaciones seguidas que se realizaron.
- e) Posteriormente, este procedimiento se llevó a cabo a los 16 días y la última medición a los 20 días de las manos de todas las voluntarias, obteniendo los resultados para proceder a su análisis estadístico.

3.6.5. Determinación de las particularidades organolépticas de los productos cosméticos.

Una vez terminada la parte experimental, se realizó el análisis de las características organolépticas de los productos cosméticos elaborados (color de cremas, aspecto, consistencia, olor), mediante la ejecución de una encuesta y cuestionario a las participantes de las voluntarias.

CAPÍTULO IV– RESULTADOS

4.1. Resultados de la obtención de quitina y quitosano

1. En la obtención del biopolímero quitina, mediante el procedimiento establecido, se logró obtener una cantidad de 60 gramos, siendo partículas muy pequeñas de color amarillento con olor fuerte de consistencia blanda que, en comparación a lo observado en los artículos estudiados, demuestran que este biopolímero está compuesto por nitrógeno, además, en su estado puro y natural presenta un color amarillento o blanco. En cuanto a las características de olor y sabor, este es insípido e inodoro. Por último, de acuerdo a sus características fisiológicas, puede ser considerado como biocompatible y biodegradable.
2. La quitina es un compuesto que se caracteriza por ser hidrófobo, esto le brinda la peculiaridad de no poder ser disuelta en agua o en otros solventes orgánicos. Las investigaciones acerca de este compuesto, facilitan información acerca de este hecho, exponiendo que la insolubilidad se debe a los puentes de hidrógeno y sus fuerzas intermoleculares, lo que ofrece a la quitina rigidez. De acuerdo a lo anterior, la quitina tuvo que ser diluida en alcohol para poder emplearla en los procedimientos cosméticos.
3. Se procedió a la producción de las cremas a base de quitina y quitosano como principales componentes activos en las formulaciones, obteniéndose cremas semilíquidas de color blanco con aroma, con un pH de 5.0/USP que, de acuerdo a los artículos estudiados, se encuentra dentro de los valores normales, ya que, el pH usual de las cremas es de 4.5 a 6.5/USP.
4. Una vez obtenida la crema se realizó la prueba de irritabilidad, con base en la norma mexicana NOM039-SSA1-1993, en la cual los participantes presentaron diversos resultados que fueron óptimos con un valor de 0, es decir, no presentaron ningún tipo de irritación en la piel durante el tiempo estipulado de la experimentación, de esta manera, se ve garantizada la calidad de los productos y su inocuidad en la salud de las participantes.
5. Se procedió a la administración de las cremas humectantes para medir el grado de humectación de los polímeros a partir de los dos componentes: quitina y quitosano. Para ello, la prueba utilizada fue la comparación de medias de las mediciones realizadas, mediante el paquete estadístico en SPSS 22, donde se analiza si existe igualdad o diferencia significativa entre dos conjuntos de mediciones, a través del análisis de los valores promedios.

4.2. Resultados obtenidos de la medición con el corneómetro

Se realizó el análisis de los valores registrados por el corneómetro en cada participante según el momento de administración de las cremas. A continuación, en la Tabla 6 y la Tabla 7, se presentan los valores promedios de cada muestreo indicándose la capacitancia eléctrica (u.a) para cada participante.

Tabla 6. Resultados de la medición con el corneómetro de la crema a base de quitina

Paciente	Momentos – Muestras (promedio de mediciones)			
	C.B. u.a.	8 días u.a.	16 días u.a.	20 días u.a.
1	35,20	36,74	35,95	37,50
2	38,38	41,11	45,46	47,00
3	34,92	41,14	39,32	44,13
4	24,33	17,43	36,27	66,90
5	57,27	85,27	93,25	103,05
6	103,25	78,09	115,77	116,05
7	95,10	87,86	101,55	103,25
8	90,70	106,30	107,72	112,70
9	93,10	100,89	103,93	114,73
10	39,58	34,92	48,72	50,02
11	98,11	103,05	107,72	108,85
Promedio	64,54	69,89	76,88	78,38
Desviación Estándar	31,27	35,54	34,59	34,16
Mediana	57,27	85,27	101,55	103,05

Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

Según las observaciones obtenidas de las participantes que recibieron la administración de la crema a base de quitina, se puede apreciar que el promedio general de la medida de humectación se mantiene en ascenso en la medida en que se realizan las aplicaciones de la crema. La medida de humectación asciende en un 8,3 a los 8 días, en comparación con la medición inicial de control, en la cual no se había aplicado la crema a base de quitina y se registró una humectación promedio de 64,54 u.a.

En el momento 3, es decir, a los 16 días, se presenta un nuevo incremento de la humectación a nivel general, siendo el aumento del 10% en comparación con lo observado en el octavo día y del 19,1% respecto a la medición basal. Sin embargo, en

la cuarta medición, el incremento del valor de humectación subió un 2% en comparación con la medición anterior, situándose en 78,38 u.a., representando un aumento de la humectación del 21,4% respecto al momento inicial de las pruebas.

Tabla 7. Resultados de la medición con el corneómetro de la crema a base de quitosano

Paciente	Momentos – Muestras (promedio de mediciones)			
	C.B. u.a.	8 días u.a.	16 días u.a.	20 días u.a.
12	33,24	35,18	42,44	44,23
13	41,34	41,96	43,28	43,88
14	24,03	31,12	37,69	39,93
15	35,88	37,33	45,44	89,10
16	112,34	112,45	114,30	116,14
17	76,85	77,34	102,68	105,25
18	90,20	114,22	114,37	116,11
19	94,73	103,33	112,23	116,15
20	103,25	112,67	115,77	116,05
21	51,22	67,72	80,94	80,00
Promedio	66,31	73,33	80,91	86,68
Desviación Estándar	32,71	35,30	34,84	32,80
Mediana	64,03	72,53	91,81	97,18

Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

En cuanto al promedio de las mediciones observadas sobre las voluntarias que recibieron la administración de la crema a base de quitosano, se observa que al momento inicial de la experimentación el promedio de humectación de la piel sin la administración de la crema a base de quitosano fue de 66,31. Una vez aplicada la crema, se observó al día 8 un incremento del 10,6%, siendo el promedio de humectación de 73,33 u.a.

Luego, en el tercer momento del estudio, a los 16 días, se registró un incremento del 10,3% en la humectación en comparación con el día 8 y del 22% en comparación con la humectación sin la administración de la crema a base de quitosano. Finalmente, al día 20, se aprecia un promedio del registro de humectación de 86,68 u.a., representando un incremento del 7,1% respecto al día 16; siendo, además, un aumento general del 30,7% de la medida de humectación respecto al momento inicial del experimento.

Según el análisis descriptivo de las observaciones, existe un aparente aumento de la humectación en la piel después de haberse aplicado las cremas, registrándose mayores niveles con la crema a base de quitosano. A pesar de ello, este análisis no es concluyente, ya que, deben realizarse las pruebas estadísticas que permitan establecer la relevancia real de las cremas a base de quitina y de quitosano.

4.3. Análisis de la normalidad en la distribución de datos (prueba de Shapiro-Wilks)

Como primer aspecto a analizar antes de establecer relaciones con significancia estadística en la experimentación, se tiene que analizar si las muestras están referidas a poblaciones con distribución normal; siendo uno de los principales elementos a considerar que el tamaño de muestra es relativamente bajo, 11 voluntarias en la prueba de crema a base de quitina y 10 voluntarias en la prueba a base de quitosano.

Para ello, se estudiará la normalidad de las distribuciones de datos según cada momento de la prueba a partir de la prueba de Shapiro-Wilk, útil para el análisis de muestras pequeñas. Estos resultados se obtuvieron tomando en cuenta que:

- Si el estadístico (Shapiro) es menor que el valor crítico, los datos tienen distribución Normal.
- Si el estadístico (Shapiro) es mayor que el valor crítico, los datos no tienen distribución Normal.
- También, se puede determinar la existencia de distribución Normal mediante el p-valor; si el p-valor es mayor a 0,05, no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se puede decir que existe distribución Normal y si el p-valor es menor a 0,05 no se distribuye como una Normal.

Tabla 8. Prueba de normalidad para cada momento de muestra de la crema de quitina

Crema-Momento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Quitina_0	0,253	11	0,047	0,830	11	0,024
Quitina_8	0,245	11	0,063	0,867	11	0,070
Quitina_16	0,308	11	0,005	0,771	11	0,004
Quitina_20	0,310	11	0,004	0,777	11	0,005

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Datos del experimento

Elaborado por: Las autoras

Los valores de la muestra que recibió la administración de la crema a base de quitina a los 8 días presentan una distribución Normal, ya que el p-valor es superior a 0,05. En cambio, el momento cero, así como los momentos 3 (16 días) y 4 (20 días) no se distribuyen como una Normal, por lo tanto, tienen distribuciones diferentes.

Tabla 9. Prueba de normalidad para cada momento de muestra de la crema de quitosano

Crema-Momento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Quitosano_0	0,178	10	0,200*	0,905	10	0,246
Quitosano_8	0,213	10	0,200*	0,842	10	0,047
Quitosano_16	0,246	10	0,089	0,787	10	0,010
Quitosano_20	0,215	10	0,200*	0,800	10	0,014

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

Los valores de la muestra con administración de la crema de quitosano, al momento cero presentan una distribución Normal, porque, el p-valor es de 0,246, superior a 0,05; dadas estas circunstancias, la hipótesis nula de normalidad es rechazada. En cambio, el momento 2 (8 días), así como los momentos 3 (16 días) y 4 (20 días) no se distribuyen como una Normal, representando distribuciones diferentes.

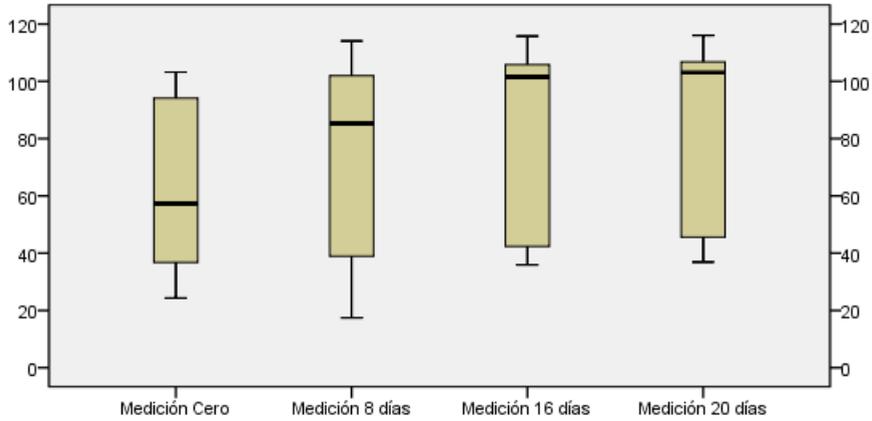
En ambos análisis sobre normalidad, se puede observar que gran parte de las muestras no presentan una distribución normal, lo cual puede deberse al bajo tamaño de las muestras.

4.4. Comparación antes y después de la aplicación de las cremas

Como se pudo apreciar en el análisis estadístico descriptivo precedente, tanto la crema con base de quitina como la de quitosano muestran aumento en los valores de humectación en los grupos del estudio. En el Gráfico 1 se muestra cómo se va incrementando el valor de la mediana para cada muestreo en la aplicación de la crema de quitina. Sin embargo, el rango de variabilidad de los datos para cada momento se mantiene.

También se aprecia que los incrementos en los niveles de humectación se hacen cada vez menores, presentando desaceleración a medida que pasa el tiempo.

Gráfico 1. Distribución de las mediciones con el corneómetro según los momentos de muestreo de la crema con quitina

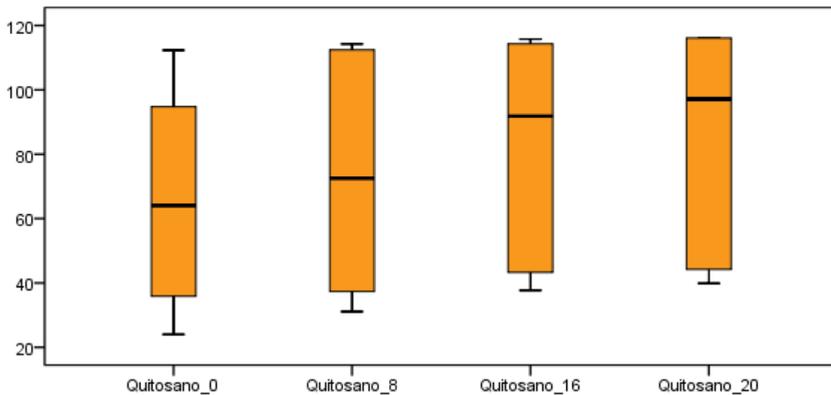


Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

De igual manera, se puede apreciar en el Gráfico 2 que la mediana de las mediciones de humectación va en permanente ascenso, con un ligero cambio de su variabilidad.

Gráfico 2. Distribución de las mediciones con el corneómetro según los momentos de muestreo de la crema con quitosano



Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

Los gráficos anteriores permiten explorar, de manera visual, la conducta de la variabilidad de las observaciones para cada momento del estudio, lo cual es muy útil para establecer un punto de partida en el análisis del efecto de las cremas hechas con base de quitina y quitosano. No obstante, para poder llegar a conclusiones firmes es

necesario comparar la variabilidad o el grado de homogeneidad de las muestras para cada crema.

La homogeneidad de los datos de entre las muestras para cada tipo de componente se realizó mediante el Test de Levene, el cual consiste en analizar las varianzas de las muestras; la decisión estadística se pondrá en marcha tomando en cuenta el siguiente criterio:

- Hay diferencia significativa antes y después de la ejecución del tratamiento si $p < 0,05$.
- No hay diferencia significativa antes y después de la ejecución del tratamiento si $p > 0,05$.

Tabla 10. Prueba de homogeneidad de varianzas entre las muestras de la crema de quitina

Medición del Corneómetro

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
0,583	3	40	0,630

Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

Según el Test de Levene, en el cual la hipótesis nula se refiere a la igualdad de varianzas entre los grupos, se tiene que el p-valor es de 0,630, superior a 0,05; por lo que se asume igualdad de varianzas entre las muestras con administración de la crema con base de quitina.

Tabla 11. Prueba ANOVA de un factor de la humectación de la crema de quitina

ANOVA
Medición del Corneómetro

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1.362,829	3	454,276	0,395	0,757
Dentro de grupos	46.038,400	40	1.150,960		
Total	47.401,229	43			

Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

Al evaluar la igualdad de medias entre las muestras con aplicación de quitina, se observa que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tiempos de utilización de la crema con quitina, dado que, el análisis ANOVA arroja un p-valor de 0,757, lo cual es no significativo. Por lo tanto, la hipótesis nula de igualdad de medias no es rechazada.

De todos modos, la principal limitación de la prueba ANOVA para el presente trabajo investigativo es que éste test es aplicable cuando las muestras son independientes, caso contrario a lo ocurrido en estas pruebas, puesto que, la unidad de observación es la

misma para cuatro momentos diferentes, por lo que existe una acumulación de la experiencia aportada por la administración de la crema en cada momento del experimento.

Con base a lo planteado anteriormente, se presenta el análisis de la prueba T para muestras relacionadas, el cual permite un acercamiento mayor al tipo de análisis requerido por la experimentación.

Tabla 12. Comparación de medias entre muestras de la crema de quitina

Muestras comparadas	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Cero - 8 días	-5,35	10,42	3,14	-12,35	1,65	-1,704	10	0,119
Cero - 16 días	-12,34	11,97	3,61	-20,38	-4,29	-3,417	10	0,007
Cero - 20 días	-13,84	11,41	3,44	-21,51	-6,18	-4,024	10	0,002
8 días - 16 días	-6,99	7,60	2,29	-12,09	-1,88	-3,047	10	0,012
8 días - 20 días	-8,49	6,95	2,10	-13,16	-3,82	-4,050	10	0,002
16 días - 20 días	-1,50	1,38	0,42	-2,43	-0,58	-3,621	10	0,005

Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

En el análisis de muestras relacionadas, muestra que a los 8 días después de haber realizado la administración de la crema a base de quitina, no existe diferencia en el grado de humectación (p-valor de 0,119, mayor que 0,05). Pero una vez superado este momento, existe un cambio significativo en el grado de humectación cuando se comparan los momentos 3 (16 días) y 4 (20 días) respecto al momento inicial de medición cero y al momento 1 (8 días); según lo cual, se puede esperar que la aplicación de la crema con base de quitina aumente el grado de humectación en la piel.

Tabla 13. Prueba de homogeneidad de varianzas entre las muestras de la crema de quitosano

Medición del Corneómetro			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
0,127	3	36	0,943

Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

Análisis similar se ha realizado para la administración de crema a base de quitosano. En este caso, el estadístico de leven resultó no significativo, es decir, no existe diferencia entre las varianzas de las muestras referidas a los 4 momentos del experimento.

Tabla 14. Prueba ANOVA de un factor de la humectación de la crema de quitina

ANOVA
Medición del Corneómetro

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2.367,602	3	789,201	0,685	0,567
Dentro de grupos	41.453,279	36	1.151,480		
Total	43.820,881	39			

Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

El análisis ANOVA de muestras independientes resulta no significativo por lo, que según ello, no existen diferencias entre las medias de los sujetos del estudio. Sin embargo, se realizó el análisis de igualdad de medias para muestras relacionadas, presentado a continuación.

Tabla 15. Comparación de medias entre muestras de la crema de quitosano

Muestras comparadas	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Cero - 8 días	-7,02	8,00	2,53	-12,74	-1,30	-2,777	9	0,021
Cero - 16 días	-14,61	9,63	3,05	-21,49	-7,72	-4,796	9	0,001
Cero - 20 días	-20,38	14,92	4,72	-31,05	-9,70	-4,318	9	0,002
8 días - 16 días	-7,58	7,44	2,35	-12,90	-2,26	-3,225	9	0,010
8 días - 20 días	-13,36	15,58	4,93	-24,50	-2,21	-2,711	9	0,024
16 días - 20 días	-5,77	13,38	4,23	-15,34	3,80	-1,364	9	0,206

Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

Al estudiar el comportamiento de los promedios entre los momentos de las muestras con administración de crema a base de quitosano, se tiene que existe diferencia significativa en el grado de humectación una vez aplicada la crema, es decir, a los 8 días

en comparación con la medición cero. De igual manera ocurre a los 16 días, cuando se presenta un cambio significativo respecto al momento cero, e incluso, en comparación con el día 8.

A todo esto, se muestra una desaceleración a los 20 días, pues, no existe significancia en el cambio de la media del día 16 al día 20. El p-valor es de 0,206, mayor que 0,05, razón por la cual, la hipótesis nula de igualdad de medias no es rechazada, asumiéndose que no hubo cambio en el grado de humectación entre el momento 3 y el momento 4 del experimento con la crema a base de quitosano.

4.5. Comparación de la humectación entre las 2 sustancias naturales quitina y quitosano, según tiempos de medición

Hasta este punto, se ha realizado el análisis por separado del efecto de las cremas a base de quitina y quitosano por separado, por lo que, a continuación se presenta un análisis comparativo entre ambos componentes.

Tabla 16. Comparación de medias entre muestras de la crema de quitosano

Crema	Medición 0		8 días		16 días		20 días	
	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.
Quitina	64,54	±6,82	69,89	±7,04	76,88	±7,19	78,38	±3,96
Quitosano	66,31	±9,80	73,33	±4,22	80,91	±4,77	86,68	±4,91

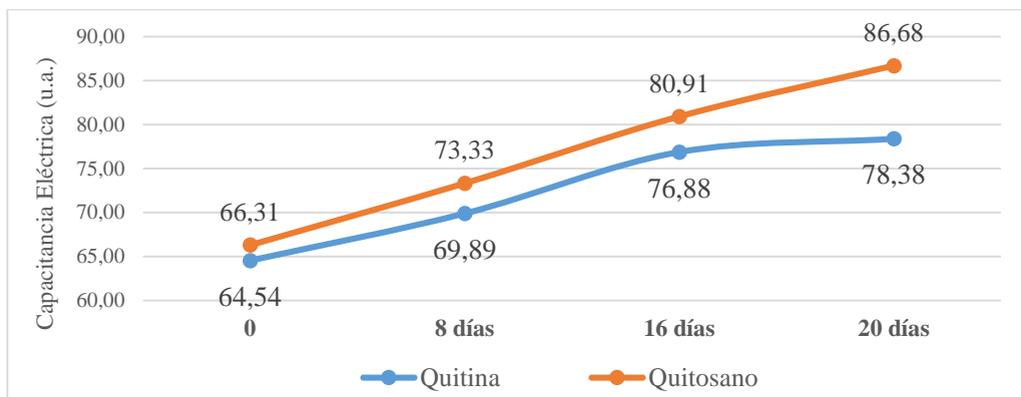
Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

En la Tabla 13 se muestra que, en la medición cero, las voluntarias que se aplicarían la crema de quitosano mostraron un mayor grado de humectación que aquellas que utilizarían la crema a base de quitina. No obstante, las últimas presentaban menor variabilidad entre ellas; la diferencia estadística se analiza más adelante.

Al evaluar la variabilidad de las mediciones en cada muestra se tiene que la administración de crema a base de quitosano presentó estabilidad, ubicándose entre 4,22 y 4,91, mientras que la crema a base de quitina mostró mayor variabilidad, ubicándose entre 3,96 y 7,19.

Gráfico 3. Comparación de la humectación lograda entre la quitina y el quitosano según muestra



Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

En el gráfico precedente, se observa que la crema a base de quitosano muestra un aumento, casi constante, del grado de humectación en la piel de las voluntarias participantes. En tanto que, el efecto humectante de la crema a base de quitina disminuye después del día 16.

4.5.1. Medición Basal

El análisis comparativo entre los dos componentes se realizó con la prueba U de Mann-Whitney para las muestras pequeñas e independientes. Esta prueba es no paramétrica y se utiliza, alternativamente, cuando el tamaño de la muestra y la no distribución normal de los datos impiden la aplicación de la prueba t de Student (Rivas-Ruiz, Moreno-Palacios, & Talavera, 2013).

Tabla 17. Comparación de medias entre la quitina y el quitosano en la medición cero

Estadísticos de prueba ^a	
	Nivel de Humectación
U de Mann-Whitney	53,000
W de Wilcoxon	119,000
Z	-0,156
Sig. asintótica (bilateral)	0,876

Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	0,918 ^b
--	--------------------

- a. Variable de agrupación: Momento - Muestra
b. No corregido para empates.

Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

Según la prueba U de Mann-Whitney, no existe diferencia significativa entre los niveles de humectación inicial de ambos grupos de voluntarias, dado que el p-valor es de 0,918 (mayor que 0,05), lo que permitirá validar los resultados posteriores con base en la igualdad de los valores de control para ambos grupos.

4.5.2. Medición a los 8 días

Tabla 18. Comparación de medias entre la quitina y el quitosano en la medición a los 8 días

Estadísticos de prueba ^a	
	Nivel de Humectación
U de Mann-Whitney	50,000
W de Wilcoxon	116,000
Z	-0,404
Sig. asintótica (bilateral)	0,686
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	0,756 ^b

- a. Variable de agrupación: Momento - Muestra
b. No corregido para empates.

Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

No se presenta diferencia significativa entre los efectos de ambos componentes respecto a la humectación de la piel en el día 8; el p-valor de 0,756 es no significativo como para producir un rechazo de la hipótesis de igualdad de medias entre ambos grupos.

4.5.3. Medición a los 16 días

Tabla 19. Comparación de medias entre la quitina y el quitosano en la medición a los 16 días

Estadísticos de prueba ^a	
	Nivel de Humectación
U de Mann-Whitney	52,000
W de Wilcoxon	118,000
Z	-0,246
Sig. asintótica (bilateral)	0,806

Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	0,863 ^b
--	--------------------

- a. Variable de agrupación: Momento - Muestra
b. No corregido para empates.

Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

Respecto al efecto de las cremas de quitina y quitosano al día 16, no existe evidencias que permitan asegurar la diferencia de los niveles de humectación en la piel.

4.5.4. Medición a los 20 días

Tabla 20. Comparación de medias entre la quitina y el quitosano en la medición a los 20 días

Estadísticos de prueba ^a	
	Nivel de Humectación
U de Mann-Whitney	46,500
W de Wilcoxon	112,500
Z	-0,711
Sig. asintótica (bilateral)	0,477
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	0,557 ^b

- a. Variable de agrupación: Momento - Muestra
b. No corregido para empates.

Fuente: Datos del estudio

Elaborado por: Las autoras

Se observó que el p-valor es de 0,477 siendo mayor a 0,05, por lo tanto no existe una gran diferencia entre los grados de humectación para los dos grupos a los 20 días.

En este orden de ideas, al analizar el promedio de los niveles de humectación producidos por ambas cremas en los tres momentos de experimentación, no se halló diferencias entre los componentes estudiados. Por lo tanto, se puede asegurar estadísticamente que tanto la crema a base de quitina como la crema a base de quitosano no presentan diferencia en el aumento de los niveles de humectación en la piel.

4.6. Características organolépticas

Finalmente se presenta las características organolépticas obtenidas mediante los cuestionarios utilizados para conocer la percepción de las participantes del estudio y son:

Control de cremas cosméticas de quitina y quitosano	Resultado del análisis organoléptico	Especificaciones	Concepto del analista
Color	Acorde	Blanca	Aprobado
Aspecto	Homogéneo	Homogéneo	Aprobado
Consistencia	Fluida	Fluida	Aprobado
Olor	Característico	Característico	Aprobado

En general, las voluntarias participantes del estudio aseguran que el color de las cremas se encuentra acorde a las expectativas sobre las mismas. De igual manera, identifican que su aspecto es homogéneo, aceptable y adecuado.

En cuanto a la consistencia de las cremas, las voluntarias consideran que es fluida y manejable para su uso; en tanto que presentan un olor característico y agradable.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El análisis del cambio en los niveles de humectación producidos por las cremas elaboradas a base de quitina y quitosano permite concluir que ambos componentes aumentan la humectación de la piel, sin presentar diferencias significativas entre ambos componentes.

Si bien, ambos productos generan mayores niveles de humectación en la piel, el quitosano mostró valores superiores de humectación en relación con la quitina; además, el quitosano mantuvo un grado constante de aumento de la humectación, mientras que la quitina mostró una leve caída de su capacidad humectante en el día 20.

Tanto la quitina como el quitosano son biopolímeros inocuos para la salud, siendo demostrada esta cualidad en las pruebas de irritabilidad, en las cuales se obtuvo una media de 0 en la evaluación fundamentada en la norma mexicana NOM039-SSA1-1993.

La producción de las cremas a base de quitina y quitosano presentan gran eficacia en términos del pH, manteniéndose entre los valores normales para las cremas de uso corporal.

En cuanto a las características organolépticas de las cremas, las voluntarias afirman que presentan condiciones aceptables para su uso, en términos de fluidez, consistencia, olor y color, percibiendo que el uso de estas cremas contribuirá al mejoramiento de la humectación de la piel.

Recomendaciones

A partir de los hallazgos del presente estudio, se recomienda la incorporación de la quitina y el quitosano en la elaboración de cremas humectantes para la piel, dadas sus características hidratantes.

El desarrollo de una industria cosmética basada en el uso de biopolímeros naturales contribuye a la reducción del impacto ecológico generado por la acumulación de las conchas de crustáceos, generando también actividad económica con alta potencialidad de exportación dadas las tendencias ecológicas en la sociedad y hacia el uso de cosméticos con menor impacto negativo sobre la salud. Asimismo, se estarían generando nuevas fuentes de trabajo contribuyendo al mejoramiento de las condiciones

de muchas familias y al crecimiento económico y productivo, tanto regional como nacional.

Finalmente, se recomienda para futuras investigaciones contar con una muestra mayor de participantes, con el fin de lograr una mejor comprensión y análisis del comportamiento de las varianzas en las mediciones del corneómetro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akila, R. M. (2014). Fermentative production of fungal Chitosan, a versatile biopolymer (perspectives and its applications). *Pelagia Research Library - Advances in Applied Science Research*, 5(4), 157-170. Obtenido de <http://www.imedpub.com/articles/fermentative-production-of-fungal-chitosan-a-versatile-biopolymerperspectives-and-its-applications.pdf>
- Alcalde, M. (2008). Cosmetica Natural y Ecológica. Regulación y Clasificación . *OFFARM Vol. 27*, 96 - 104.
- Aranberri, I., Binks, B., Clint, J., & Fletc, P. (2006). Elaboración y caracterización de emulsiones estabilizadas por polimeros y agentes tensioactivos. *Revista Iberoamericana de Polímeros Vol. 7*, 211-231.
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigacion*. Caracas Republica Bolivariana de Venezuela: Episteme.
- Baranda, L., González-Amaro, R., Torres-Alvarez, B., Álvarez, C., & Ramírez, V. (Agosto de 2002). *Correlación entre el pH y el efecto irritante de los limpiadores comercializados para la piel seca*. Obtenido de Pub.L.Med.gov: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12207765>
- Barra, A., Romero, A., & Beltramino, J. (2012). Obtención del Quitosano . *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-10.
- Barrese Pérez, Y., Hernández, M., & García, O. (2004). Compatibilidad y estabilidad organoléptica de bases semisólidas que contienen quitina y extracto fluido de Guacamaya francesa para elaborar una crema con ambos principios activos. *Revista Cubana de Farmacia v.38 - Scielo*.
- Barros, I., Guzman, L., & Tarón, A. (2015). Extracción y comparación de la Quitina obtenida a partir del caparazón de *callinectes sapidus* y *penaeus vannameis*. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica* , 227-234.
- Beato Canfux, A., Pedroso Garriga, T., González Planas, G., & González-Q, M. (1996). Tratamiento de las quemaduras de espesor parcial con quitina en polvo. *Revista Cubana de Medicina Militar Scielo Vol. 25*.
- Cáceres, P. (2006). *Estudio comparativo de la Capacidad Humectante de la piel de activos cosméticos naturales respecto al aceite de Emú utilizando el Corneometer CM 825*. Obtenido de Universidad de Chile: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/caceres_p/sources/caceres_p.pdf
- Carballo, E., & Martinez, E. (2010). *Detreminación de la permeabilidad al vapor de agua por el metodo ASTM E96/E 96M-05 en peliculas de quitosano*. Obtenido de http://ri.ues.edu.sv/2497/1/Determinaci%C3%B3n_de_la_permeabilidad_al_vapor_de_agua_por_el_m%C3%A9todo_ASTM_E96M-05_en_pel%C3%ADculas_de_quitosano.pdf
- Castro, O. N., Chávez, J., Santiago, J., & López, M. (2017). Preparación y caracterización de una crema Fotoprotectora solar a base de Nanoparticulas de

- Quitosano con Acido Úsnico. *Revista Iberoamericana de Polímeros - Nanotecnología en cosmética*, 72-89.
- Cevallos, M. (2013). *Elaboracion y Control de Calidad de una crema corporal hidratante a base de mucilagos y aromas Naturales*. Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- Clarys, P., & Barel, A. O. (2015). Measurement of Skin Surface Hydration. *Measuring the Skin*. doi:10.1007/978-3-319-26594-0_15-1
- Colina, M., Ayala, A., Rincón, D., Molina, J., Medina, J., Ynciarte, R., . . . Montilla, B. (2014). Evaluación de los procesos para la obtención química de Quitijna y Quitosano a partir de desechos de cangrejos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 21-43.
- Cusihuamán, S. (2017). *Derivatización del Quitosano para la obtención del carboximetilquitosano (O-CMQ) y su caracterización vía espectroscopía infrarroja (FTIR) y resonancia magnética Nuclear (RMN)*. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4524/QUcunos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Draeos, Z. (2006). *Cosmecéticos*. Madrid: Elsevier.
- ECOCERT. (Julio de 2012). *Cosmeticos naturales y ecológicos*. Obtenido de ECOCERT GREENLIFE SAS: <http://www.ecocert.com/sites/default/files/u3/Norma-Ecocert.pdf>
- Escobar, D., Ossa, C., Quintana, M. A., & Ospina, W. (Abril de 2013). Optimización de un protocolo de extracción de quitina y quitosano desde caparazones de crustáceos. *Scientia et Technica*, 18(1), 260-266.
- Fitzpatrick. (2008). *Dermatologia En Medicina General / Dermatology in General Medicine, Volume 4*. Madrid: Ed. Médica Panamericana.
- Florencia, C. (2011). *Desarrollo y caracterización de matrices compuestas Quitosano/Polímero sintético para regeneración de tejido óseo*. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/2769/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Fluhr, J., Gloor, M., Lazzarini, S., Kleesz, P., Grieshaber, R., & Berardesca, E. (1999). Estudio comparativo de cinco instrumentos que miden la hidratación del estrato córneo (Corneometer CM 820 y CM 825, Skicon 200, Nova DPM 9003, DermaLab). Parte I. In vitro. *Skin Research and Technology*, 161-170.
- Fuentes, L., & Abram, A. P. (2009). Preparación, caracterización y evaluación de películas de Quitosano proveniente de calamar gigante "Dosidicus gigas" para uso médico. *Revista Soc. úim. Perú*.
- García Nogales, A. (2011). *Elementos de Bioestadística*. Cáceres, Extremadura, España: Universidad de Extremadura.
- García Zapata, T., & Roca Ortega, J. (2008). Industrialización de los crustáceos para la obtención de Quitosano en unguento con efecto cicatrizante. *Industrial Data-Revista de Investigación Vol. 11*, 24-32.
- García-García, J. V. (2013). *Estudio de Liberación Sulfadiazina de Plata desde matrices de Quitosanos para su uso como apósitos en quemaduras*. Pontificia Universidad Católica del Perú - Facultad de Ciencias e Ingeniería.

- Giraldo, J. (2013). Propiedades, obtención, caracterización y aplicaciones del quitosano. *Researchgate*.
- Gómez, V., Estrada, M., Requena, V., González, R., & Armendariz, O. (2016). Apósitos de polímeros naturales para regeneración de piel. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 235-249.
- González, D., Falcón, A., Gómez, G., & Fernández, A. (2013). La Quitosana: potencialidades antimicrobianas contra hongos y Oomycetes. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, 111-115.
- Gortari, M. C., & Hours, R. A. (2013). Biotechnological processes for chitin recovery out of crustacean waste: A mini-review. *Electronic Journal of Biotechnology*, 1-14. doi:10.2225/vol16-issue3-fulltext-10
- Heredia-Solis, A., Esparza-Ibarra, E., Romero-Bautista, L., Cabral-Arellano, F., & Bañuelos-Valenzuela, R. (Octubre de 2014). Bagazos de Agave salmiana y Agave weberi utilizados como sustrato para producir Pleurotus ostreatus. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. Obtenido de <http://www.reibci.org/publicados/2014/octubre/0500104.pdf>
- Ito, I., Yoneda, T., Omura, Y., Osaki, T., Ifuku, S., Saimoto, H., . . . Minami, S. (2015). Protective Effect of Chitin Urocanate Nanofibers against Ultraviolet Radiation. *Journal Marine Drugs - MDPI*, 7463 7475.
- Kuniyoshi, J. N. (2012). La Quitosana. *Revista de Química PUCP*.
- Lárez Velásquez, C. (2006). Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro. *Avances en Química - Universidad de los Andes - Venezuela*, 15-21.
- Lárez, C. (2003). Algunos usos del quitosano en sistemas acuosos. *Universidad de los Andes*, 91-109.
- Loaiza Córdova, F. (2016). *Análisis del proceso de extracción de quitosano a partir del exoesqueleto de camarón (Litopenaeus vannamei), para su aplicación en la formulación de productos de uso personal*. Quito: Universidad Internacional SEK.
- Lui, D. (2009). *Emulsiones*. UNMSM.
- Martínez, H., Escobedo, A., Méndez, E., Vázquez, A., Sol, M. d., & Osuna, A. (2014). Evaluación in vivo del efecto cicatrizante de un gel a base de quitosano obtenido de exoesqueleto de camarón blanco. *Revista Colombiana Biotecnológica*, 45-50.
- Martini, M., Chivot, M., & Peyre, G. (1997). *Dermocosmética y Estética - Cosmetología*. Barcelona: Masson.
- Microcaya. (2016). *Corneometer CM 825*. Bilbao: Microcaya.
- Morales, J. A., Nava, G., Esquivel, J., & Díaz, L. E. (2011). *Principios de ética, bioética y conocimiento del hombre*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de 2011.
- Mosquera, T., Noriega, P., Tapia, W., & Pérez, S. (2012). Evaluación de la eficacia cosmética de cremas elaboradas con aceites extraídos de especies vegetales amazónicas: *Mauritia flexuosa* (Morete), *Plukenita volubilis* (Sacha Inchi) y *Oenocarpus bataua* (Ungurahua). (U. P. Salesiana, Ed.) *La Granja. Revista de*

- Ciencias para la Vida.*, 16(2), 14-22. Recuperado el 25 de octubre de 2017, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047400003>
- Muñoz, J., Alfaro, M. d., & Zapata, I. (2007). *Avances en la formulación de emulsiones*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Murakami, K., Aoki, H., Nakamura, S., Megumi Takikawa, S.-i., Kishimoto, S., Yoshihiro Tanaka, H., . . . Ishihara, M. (2010). Mezclas de hidrogel de quitina / quitosano, fucoidan y alginato como apósitos para heridas con cicatrización. *Elsevier Vol. 31*, 83-90.
- Nakamatsu Kuniyoshi, J. (2012). La Quitosana. *Revista de Química PUCP*, 26(1-2), 10-12. Obtenido de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/viewFile/6421/6476>
- Norma Oficial Mexicana NOM 039 SSA1. (1993). *Norma Oficial Mexicana NOM 039 SSA1*. México.
- Nuñez, M., Navarro, C., & Cebriá, J. (2012). *El libro de la Cosmética Natural*. Barcelona: N.E.ED ediciones.
- Ortiz, E. (24 de julio de 2016). *Características organolépticas de los alimentos*. Obtenido de <http://www.lapatria.com/node/300405>
- Özcan, İ., Azizoğlu, E., Şenyiğit, T., Özyazıcı, M., & Özer, Ö. (2013). Enhanced dermal delivery of diflucortolone valerate using lecithin/chitosan nanoparticles: in-vitro and in-vivo evaluations. *International Journal of Nanomedicine*, 461 - 475.
- Pacheco, N. (2010). Extracción biotecnológica de quitina para a producción de quitosanos: caracterización y aplicación. *HAL Food and Nutrition*.
- Pavón Pérez, J., Valdés Comas, L., & Pérez Ramos, P. (2011). Diseño y desarrollo de dos mascarillas faciales para el acné con quitina como sustancia bioactiva. *SciELO - Revista Cubana de Farmacia*, 251 - 263.
- Pérez, P., Nieto, O. M., Bilbao, O., López, A., & González, L. (2013). Diseño de una crema regeneradora con quitina para después del bronceado. *SciELO*, 239-251.
- Pillai, C., Paul, W., & Sharma, C. P. (2009). Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. *Progress in Polymer Science*, 641-678. doi:10.1016/j.progpolymsci.2009.04.001
- Piquero Martín, J., Cavallera, E., Rojas, M. T., & Camero, L. (1995). Comparación de la eficacia de la Sulfadiazina de Plata VS Quitina (Estudio doble ciego) en el Tratamiento de úlceras de miembros inferiores utilizando Bota de Unna modificada. *Dermatología Venezolana*, 167 - 172.
- Polo Galindo, I. M. (2016). *Sostenibilidad: obtención de quitina a partir de sustancias de desecho*. Trabajo de Fin de Grado - Revisión Bibliográfica, Universidad de Sevilla, Departamento de Química Orgánica y Farmacéutica.
- Polo, I. (19 de Septiembre de 2016). *Sostenibilidad: obtención de quitina a partir de productos de desecho*. Obtenido de <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/50471/Polo+Galindo,++Ignacio+Mar%C3%ADa.pdf?sequence%3D1&isAllowed=y>

- Ramírez, M., Rodríguez, A., Luis Alfonso, & Peniche, C. (2010). La quitina y sus derivados, biopolímeros con potencialidades de aplicación agrícola. *Biotecnología Aplicada*, Vol.27, 262 - 269.
- Rivas-Ruiz, R., Moreno-Palacios, J., & Talavera, J. O. (2013). Diferencias de medianas con la U de Mann-Whitney. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.*, 51(4), 412-419. Obtenido de <http://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2013/im134k.pdf>
- Rondón, J. (junio de 2013). *Estudios con películas de quitosano y ácidos carboxílicos obtenidos de fuentes naturales*. Obtenido de Universidad de los Andes: https://www.researchgate.net/profile/Cristobal_Larez_Velasquez/publication/242650503_Estudios_con_películas_de_quitosano_y_acidos_carboxilicos_obtenidos_de_fuentes_naturales/links/00b7d51d47183de5d7000000/Estudios-con-películas-de-quitosano-y-acidos-carbo
- Sánchez, A., Vega, M. S., & Madrigal, S. (2007). Síntesis y caracterización de hidrogeles de quitosano obtenido a partir del camarón langostino (pleuroncodes planipes) con potenciales aplicaciones biomedicas. *Revista iberoamericana de Polímeros*, 241-267.
- Sanz, A. (2010). *La industria de los agentes tesoactivos*. Obtenido de <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-10.php>
- Se-Kwon Kim. (s.f.). *Chitin, Chitosan, Oligosaccharides and Their Derivatives*. CRC-PRESS.
- Shahidi, F., Kamil, J., & Jeon. (1999). Food applications of chitin and chitosan. *Trends in Food Science & Technology*, 37-51.
- SSA1, C. R. (1993). *Norma Oficial Mexicana NOM-039-SSA I, Productos de perfumería y belleza. Determinación de los índices de irritación ocular, primaria dérmica y sensibilización*. Distrito Federal: SEGOB - Diario Oficial de la Federación.
- Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Steacher, G., Nei, M., & Kumar, S. (2011). MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *PubMed*, 1731-9.
- Wilkinson, J., & Moore, R. (1990). *Cosmetología de Harry*. Madrid: Diaz de Santos S.A.
- Yaipen Chicoma, J., & Baltodano Torres, L. (2006). *Obtención, caracterización y diseño de una forma farmacéutica semisólida (ungüento) a base de quitosano con efecto cicatrizante*. Obtenido de Cybertesis - UNMSM: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/1624>
- Ziani, K. (18 de Diciembre de 2013). *La Producción Biotecnológica del Quitosano*. Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4710/1/Anexo%201.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1: Cuestionario de reclutamiento

RECLUTAMIENTO SUJETOS VOLUNTARIOS ESTUDIO

I PARTE: CONSIDERACIONES DEL PROCESO

1.- LOCALIZACIÓN Y ATRACCIÓN DE CANDIDATOS

Se lo realiza mediante BUSQUEDA DIRECTA

La adhesión de los candidatos es VOLUNTARIA, previo el entrevistador informará de forma clara que el proceso de reclutamiento se lo está realizando para un ESTUDIO DE EFICACIA COSMÉTICA mediante la utilización de técnicas o productos no invasivos que no representan peligro para la integridad del sujeto participante con posibles beneficios que involucra mejorar la humectación de las manos.

Para esto se respalda que los ensayos y procedimientos serán realizados en las mejores condiciones y con los cuidados y pertinencias requeridos. Por otra parte, se ofrece total confidencialidad acerca de los resultados obtenidos durante los ensayos experimentales.

2.- EVALUACIÓN DE LOS CANDIDATOS

Papel del evaluador

- a) El evaluador es el responsable de todos los procedimientos que se susciten en los procesos de prueba.
- b) El evaluador debe dar importancia a los conflictos de interés que puedan surgir durante los ensayos del producto.
- c) Las evaluaciones deben ser totalmente imparciales, por lo que el evaluador deberá tomar una posición de respeto y objetividad con respecto a los sujetos de prueba.
- d) El evaluador no puede romper el acuerdo de confidencialidad, por lo que, la identificación y discusión de las situaciones generadas en el procedimiento deben ser discutidas solo dentro del grupo que participa en los procesos de evaluación.
- e) Durante el proceso de experimentación, el evaluador debe poner atención a las consecuencias que se puedan generar en el desarrollo, ya sean positivas o negativas, además, deberá tener en cuenta los efectos adyacentes que el proceso pueda tener sobre el sujeto de prueba y para su entorno.
- f) La evaluación debe manejar un lenguaje simple y objetivo, con la finalidad de que en la posteridad, el procedimiento pueda ser reproducido o evaluado.

- g) El evaluador debe justificar la investigación mediante la exposición de las utilidades y aplicaciones que podrán tener los resultados del mismo. Además, deberá resguardar el proceso de cualquier condición que pueda provocar una distorsión en los procedimientos.

CUESTIONARIO DE SELECCIÓN PROCESO DE RECLUTAMIENTO

1.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE: _____

CI: _____

2.- DATOS DEMOGRÁFICOS	ESCALA EVALUACIÓN			
	Menos 30 =20		Más 31=35	
EDAD (años cumplidos):				
GENERO:	NA		NA	
OCUPACIÓN:				
FOTOTIPO:	F II=2		FV=2	
ESTADO DE GESTACIÓN SI:				

2.- DATOS DEMOGRÁFICOS

EDAD (años cumplidos) _____

GÉNERO _____

OCUPACIÓN _____

ESTADO DE GESTACIÓN SI NO

PERIODO DE LACTANCIA SI NO

3.- EVALUACIÓN CLÍNICA

HUMECTACION

1. Ítem 1 Piel Normal de sus manos.	
2. Ítem 2 Piel Seca de sus manos.	
3. Ítem 3 Piel extremadamente seca de sus manos.	
4. Ítem 4 Piel grasosa de sus manos.	

LESIONES DE LA PIEL

1. Presencia de Resequedad < 20% de la superficie de la piel de las manos	
2. Presencia de Aspereza entre el 21 y el 40% de la superficie de la piel de las manos	
3. Presencia de Irritación entre el 41 y el 60% de la superficie de la piel de las manos	
4. Presencia de Ppicazón >61% de la superficie de la piel de las manos	

4.- ANTECEDENTES Y HÁBITOS PERSONALES

REACCIÓN DE LA PIEL LUEGO DE LA EXPOSICIÓN SOLAR

No se enrojece, no se pigmenta, no descama	
Se pigmenta levemente, se enrojece moderadamente y descama mínimamente	
Se enrojece intensamente, descama intensamente, pero no se pigmenta	

HABITO DE TABAQUISMO

Siempre (todos los días)	
Algunas veces (fin de semana)	
Rara vez (en eventos sociales)	
Nunca	

TIEMPO DE EXPOSICION SOLAR HABITUAL

Menos de una hora	
De una a tres horas al día	
Más de tres horas hasta seis horas	

USO DE TRATAMIENTOS ESTÉTICOS (Cremas, Limpiezas faciales, botox, radiofrecuencia, etc.)

Siempre (todos los días)	
Algunas veces (dos a tres veces a la semana)	
Rara vez (dos o tres veces al año)	
Nunca	

5.- ANTECEDENTES CLINICOS

USO DE MEDICAMENTOS TÓPICOS O SISTEMICOS

Siempre (todos los días)	
Frecuentemente (dos a tres veces a la semana)	
Algunas veces (de una a dos veces al mes)	
Rara vez (tres a cuatro veces al año)	
Nunca	

ENFERMEDADES QUE HA PADECIDO O PADECE

Trastornos hematológicos	
Hipo o Hipertiroidismo	
Desnutrición	
Dermatitis	
Alergias	
Lupus	
Eczema	
Psoriasis	
Anemia	
VIH	
Leucemia	
Ninguna	

RESULTADOS

¿El voluntario es aceptado para la evaluación? SI NO

CODIGO SUJETO VOLUNTARIO (cuatro últimos números de la cédula)

Firma del investigador

Fecha:

ANEXO 2: Formulario de Consentimiento Informado

TITULO DE LA INVESTIGACION: Evaluación del grado de humectación de una crema a base de quitina y quitosano aplicada en la piel de las manos

ORGANIZACIÓN DEL INVESTIGADOR: Universidad Politécnica Salesiana.

NOMBRE DE LOS INVESTIGADORES: QF. Ruth Priscila González Saldaña,
BQF. Mayra Alexandra Castro

Con la realización previa de la fase de reclutamiento, realizado mediante una entrevista personal, y al cumplir con todos los requisitos evaluados anteriormente, usted ha sido favorecido para ser partícipe de un estudio de investigación de carácter experimental, en el cual, se medirá la eficiencia cosmética de un producto. La parte central del estudio es la evaluación de la eficiencia de un compuesto cosmético elaborado con componentes naturales. Para las respectivas evaluaciones que se desarrollarán en esta investigación, se consideraran la variable de los cambios que el producto pueda generar en la humectación de la piel de las manos del sujeto de prueba en el lapso de 20 días. Se medirán los mencionados cambios en los días 8, 16, 20, para lo cual, se utilizará un CORNEOMETER, que es un equipo no invasivo. El producto debe ser usado las veces necesarias al día como mínimo tres veces al día en las manos. El producto en las pruebas previas, ha obtenido un índice de irritación de 0, con lo cual, es catalogado para uso humano, ya que, los riesgos de daño a la salud se minimizan, siempre y cuando, se sigan los patrones establecidos para su administración. No obstante, todos los inconvenientes y circunstancias extrañas que se susciten dentro del proceso deberán ser informados inmediatamente al investigador. Para disminuir las posibilidades de riesgos que se puedan presentar, es recomendable tomar ciertas disposiciones: Cuidar el producto de la mejor manera manteniendo la asepsia del producto, primero enjuagar con agua las manos y aplicar la crema humectante a base de quitina y quitosano.

Es necesario informar, que los beneficios del proyecto de investigación son indirectos, ya que los resultados obtenidos brindarán información acerca de los efectos de la implementación de activos naturales en el campo de la cosmética. No obstante, como beneficio, podrá observar cambios en las condiciones de la piel.

No existe obligatoriedad para participar en la investigación propuesta, tampoco se generarán costos para los sujetos que deseen participar. De acuerdo a lo anterior, la participación de cualquier persona en el estudio propuesto es voluntaria, además, si desea participar y por circunstancias ajenas a la investigación decide retirarse del estudio, podrá hacerlo en cualquier momento, para lo cual no existirán sanciones ni pérdida de beneficios.

CONTACTO:

Si usted tienen alguna pregunta sobre el estudio por favor llame a:

- Priscila Gonzalez S- Mayra Castro
- Teléfono: 2461315
- Celular: 0984547566
- Mail: priscigonsal20@hotmail.com

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Se me ha expuesto detalladamente cuales son las finalidades de esta investigación, así como los riesgos, beneficios y mis opciones como participante. Comprendo que se respetará el acuerdo de confidencialidad acerca de mis datos personales, por lo cual, consiento de manera voluntaria participar en el estudio.

Nombre del Participante.....

Firma del Participante.....

Fecha.....

Nombre del Investigador que entrega o explica este formulario de consentimiento informado:

Firma del Investigador.....

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

UNIDAD DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS COSMÉTICAS

Autoras:

Mayra Alexandra Castro Cordero
Ruth Priscila González Saldaña

Dirigida por:

Pablo Wilson Arévalo Moscoso, Ph.D.

EVALUACIÓN EN VIVO DEL GRADO DE HUMECTACIÓN DE DOS PRODUCTOS A BASE DE QUITINA Y QITOSANO

El presente trabajo de investigación se ha realizado con la finalidad de evaluar en vivo el grado de humectación de dos productos a base de quitina y quitosano estableciendo sus propiedades humectantes.

La industria cosmética ha producido innumerables tipos de cremas humectantes para la piel con el uso de componentes sintéticos que afectan negativamente la piel, sin embargo existe la necesidad de diseñar productos que ayuden a la protección e hidratación de la piel conservando sus condiciones naturales. La quitina y el quitosano se obtienen a partir de conchas de crustáceos, tales como cangrejos, langostas y gambas, lo cual puede ser aprovechado en el Ecuador, dadas sus ventajas productivas en los manglares y la costa del Pacífico.

El estudio es de tipo cuantitativo, de diseño experimental y con alcance explicativo. La muestra se conformó de 21 mujeres sanas voluntarias, con edades entre los 18 y los 50 años. La medición de la humectación en la piel se realizó con el equipo Corneometer CM-825 en 4 momentos para observar los cambios de hidratación: inicial, día 8, día 16 y día 20.

Se observó que la crema a base de quitosano muestra un aumento constante del nivel de humectación en la piel de las voluntarias participantes, mientras que, el efecto humectante de la crema a base de quitina disminuye después del día 16. Se concluye tanto la quitina como el quitosano aumentan el grado de humectación de las manos; sin embargo, el quitosano muestra mayor eficacia entre los dos.