

FEPOL
Fondo
Editorial

Professionals
Online SAC

Cosmética a base de productos naturales

**NINO CASTRO MANDUJANO
JENNY ÁLVAREZ BAUTISTA
ROSA KAROL MOORE TORRES
OSCAR TINOCO GÓMEZ**

**NANCY BARREDA DE MIRANDA
MARISOL FERNÁNDEZ RUIZ
PEDRO PABLO ROSALES LÓPEZ
FIORELLA VANESSA GÜERE SALAZAR**

COSMÉTICA A BASE DE PRODUCTOS NATURALES



Nino Castro Mandujano
Jenny Álvarez Bautista
Rosa Karol Moore Torres
Oscar Tinoco Gómez
Nancy Barreda de Miranda
Marisol Fernández Ruiz
Pedro Pablo Rosales López
Fiorella Vanessa Güere Salazar

Lima –Perú

2024

COSMÉTICA A BASE DE PRODUCTOS NATURALES

© Olivio Nino Castro Mandujano
<https://orcid.org/0000-0002-6592-6934>

Jenny Luz Álvarez Bautista
<https://orcid.org/0000-0002-8529-9763>

Rosa Karol Moore Torres
<https://orcid.org/0000-0002-7608-9377>

Oscar Rafael Tinoco Gómez
<https://orcid.org/0000-0002-7927-931X>

Nancy Elizabeth Barreda de Miranda
<https://orcid.org/0000-0001-7545-2851>

Marisol Judith Fernández Ruiz
<https://orcid.org/0000-0002-0884-0966>

Pedro Pablo Rosales López
<https://orcid.org/0000-0002-8115-6431>

Fiorella Vanessa Güere Salazar
<https://orcid.org/0000-0003-4579-7538>

Editada por:

© Professionals On Line SAC. (FEPOL) - Fondo Editorial.
Dirección: Av. General Jose de San Marti Nro. 790 dpto. 402,
Perú
professionalsonline.net@gmail.com
Teléf. móvil: +51 999 140 920
Web: <https://professionalsonline.org/>

Primera edición digital: Mayo 2024

Libro digital disponible en <https://editorialfondo.com/>

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú
N° 202404890

ISBN: 978-612-49279-4-2

DOI: <https://doi.org/10.47422/fepol.26>

Diseño y Diagramación: Gráfica “Imagen”

Manuel Enrique Sampen Antonio

sampen25@gmail.com / Tel. de contacto: +51 990064 589

Libro resultado de Investigación y con revisión por pares doble ciego.

- ✓ Libro resultado de Investigación
- ✓ Libro con revisión por pares doble ciego

Sello editorial: Fondo Editorial (978-612-48981)

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, su tratamiento información, la transmisión de ninguna otra forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright

ÍNDICE

CAPÍTULO I

QUÍMICA DE LA COSMÉTICA

CAPÍTULO II

PRODUCTOS NATURALES APLICADOS A COSMÉTICA

CAPÍTULO III

QUITOSANO Y SUS APLICACIONES EN CREMAS CICATRIZANTES

CAPÍTULO IV

QUITOSANO Y SUS APLICACIONES FOTOPROTECTORAS

CAPÍTULO V

CHAMPÚ ECOLÓGICO

CAPÍTULO VI

NANOTECNOLOGÍA DEL QUITOSANO Y SUS APLICACIONES EN LA COSMÉTICA

CAPÍTULO VII

CASOS DE EXITOS

PRÓLOGO

En el devenir histórico de la humanidad siempre ha habido, y habrá, preocupación por el aseo y el cuidado personal. Antes que irrumpiera en la escena mundial el petróleo y sus derivados, las personas atendían esta necesidad con los recursos que proporcionaba la naturaleza.

En las últimas décadas tanto el consumismo como la globalización han llevado a niveles exponenciales los productos de la industria cosmética, en donde los principales productos se asocian a marcas de empresas transnacionales, que ofertan productos para el embellecimiento personal con uso intensivo de componentes derivados del petróleo (aromatizantes, preservantes, emulsionantes, entre otros)

Pero es también cierto un sostenido crecimiento, a nivel mundial, del consumo de productos naturales y, dentro de ellos, de lo orgánico, de lo que está libre de productos químicos. La industria de la cosmética no es la excepción; en Europa, por ejemplo, se registran tendencias cada vez más creciente de la denominada “cosmética natural y ecológica”. Una importante consultora, Grand View Research, avizora una tasa de crecimiento anual del 9.1% para este mercado.

Es en este contexto que docentes organizados en el grupo de investigación “Producción más limpia”, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, han impulsado la publicación de este libro, denominado “**Cosmética en base a productos naturales**”. El texto aborda desde la química de la cosmética, el champú ecológico hasta la importancia del quitosano en la cosmética natural.



SOBRE LOS AUTORES

Olivio Nino Castro Mandujano,

Químico de la Universidad Nacional de Ingeniería-2000, Magister en química en la Pontificia Universidad Católica del Perú (2004). Doctor en Ciencias Químicas en la UNMSM (2020). Docente Asociado a Dedicación Exclusiva en la UNMSM. Autor de 9 libros, 35 artículos en revistas indexadas, 3 asesorías de tesis de pregrado. Responsable del Laboratorio De Productos Naturales. Participación en proyectos de investigación a nivel nacional en la PUCP, UNI, ULima, UNMSM, CONCYTEC y a nivel internacional en CYTED, Polylife-Alfa Unión europea, con la UChile, con Universidade da Beira Interior de Portugal. Ganador de 8 premios de la convocatoria “Coca Cola a la Ecoeficiencia” en categoría “Agua” y categoría “Varios”. Ganador del primer puesto del II Premio ADIFAN a la Innovación en Ciencias y Tecnología Farmacéutica 2015, categoría A; Ganador del segundo puesto del III Premio ADIFAN a la Innovación en Ciencias y Tecnología Farmacéutica 2016, categoría B. Investigador RENACYT nivel VI. Miembro del grupo de investigación AGROBIOTEC-UNMSM.

Jenny Luz Álvarez Bautista,

Química. Mg. Ciencias Ambientales con mención en Gestión y Control de la Contaminación. Diplomado en Sistemas Integrados de Gestión. Docente Universitaria, 13 años de experiencia. Producción científica y/o tecnológica. Participación como docente y Co responsable en proyectos de investigación sin y con financiamiento dentro de la UNMSM, en la línea de química circular y cuidado del medio ambiente. Así como en Proyectos de Investigación con fondos no monetarios y con financiamiento. Es miembro principal del Grupo de Investigación Producción más Limpia.

Rosa Karol Moore Torres,

Doctora en Administración por la Universidad Federico Villarreal, Magister en Supply Chain Management por la Universidad del Pacífico, Magíster en Gestión Empresarial (UNASAM), Licenciada en Administración de Empresas (UNASAM). Especialización En Sistemas De Gestión De La Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente -SSOMA por la Universidad Nacional Agraria La Molina. Miembro del grupo de investigación de la UNMSM Producción más limpia. Miembro de la Asociación Peruana de Profesionales de Logística (APPROLOG). Miembro de la International Society

on Multiple Criteria Decision Making-USA. 17 años de Experiencia como docente Universitario en Pregrado y Postgrado en universidades públicas y privadas en cursos de investigación científica. Autora Scopus, Redalyc y Researchgate. Investigadora y autora de artículos y libros relacionados con el campo de la gestión sostenible de las micro y pequeñas.

Oscar Tinoco Gómez

Docente Principal de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible e ingeniero industrial. Investigador Renacyt y Coordinador del Grupo de Investigación Producción más limpia de la UNMSM, autor de textos universitarios en investigación científica, Estadística y desarrollo sostenible. Miembro del comité directivo de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Industrial.

Nancy Elizabeth Barreda de Miranda

Ingeniero Químico en Facultad de Química e Ingeniería Química UNMSM - Grado de Magister en Gestión y Tecnología Textil en FII UNMSM. Docente Asociada en la Facultad de Ingeniería Industrial (FII)-UNMSM, en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Textil y Confecciones. Es Coordinadora de Laboratorio Fibrología y procesos textiles,

asumiendo responsabilidad de Sustentación ante las Auditorías SGS por ISO 9001:2015; y de la Auditoría ICACIT en Acreditación Académica Internacional 2023. Responsable de la Jefatura de la Unidad de Informática CERSEU de FII-UNMSM. Con experiencia de más de 15 años en el ámbito textil. Participación en proyectos de investigación a nivel nacional y publicaciones de artículos y libros. Miembro Docente del Grupo de Investigación “Producción más limpia” de la FII-UNMSM.

Marisol Judith Fernández Ruiz

Titulada de la Carrera de Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Asistente de Docencia e Investigación en el Departamento de Química Orgánica –UNMSM. Docente del Área de Ciencia y Tecnología en I.E. N°0074 Fernando Belaunde Terry. Encargada de laboratorio e Investigación y Desarrollo (I+D) y Analista de Control de Calidad de la empresa Neodeter del Peru S.A.C. Metodólogo de Investigación en AMDDI S.A.C. Publicaciones en revistas científicas y el libro: “Investigación fitoquímica aplicada con aceites esenciales”. Participación en grupos de investigación como: CSSR – Chemistry Student Society for Research –Peru (Co-Directora del Area de Química Verde), ACS Peru Chapter – Lima, DESI – Desarrollo, ecotecnología, sostenibilidad e

innovación, WIE UNMSM-IEEE Women in Engineering
UNMSM, ICSM – Instituto Científico Sostenible Minero.

Pedro Pablo Rosales López,

Doctor en Ingeniería Industrial por la UNMSM, Magister en Ingeniería Industrial por la UNMSM, Ingeniero Industrial UNMSM. Diplomado en Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Estratégica por la UNMSM. Diplomado en Investigación Científica por la USIL. Diplomado en Tecnologías de Información por la USIL. Evaluador de Acreditación Académica por ICACIT. Más de 20 años de experiencia profesional, en el análisis, desarrollo e implementación de proyectos de Sistemas, orientados a producción, logística, gestión, planeamiento, calidad y control de la producción. Sistemas comerciales, de contabilidad, finanzas y recursos humanos. Autor de varios libros sobre Casos de ingeniería industrial, Fundamentos de programación, Logística, Estadística y Productividad, autor de publicaciones científicas sobre metodologías ágiles, optimización de procesos y simulación de sistemas. Docente de postgrado en cursos de Optimización, Simulación y Diseño de experimentos. Investigador Renacyt (Carlos Monge III). Miembro del Grupo de Investigación Producción más limpia del Instituto de Investigación de la FII-UNMSM.

Fiorella Vanessa Güere Salazar,

Ingeniera en Recursos Naturales Renovables -UNAS Doctorado en Ingeniería Ambiental –UNFV Magister en Agroecología – Gestión Ambiental -UNAS. Docente Universitario Miembro del Comité Editorial Revista Ingeniería Siglo XXI -FII, miembro titular del Grupo de Investigación Producción Más Limpia (PROLIMP), experiencia en proyectos ambientales, responsabilidad social, destreza en desarrollar trabajos en equipo multidisciplinarios, habilidad en resolver problemas del entorno con capacidad de liderazgo.

PRESENTACIÓN

La búsqueda del bienestar y la belleza por parte del ser humano ha derivado a la creación de disciplinas como la cosmética cuyo objetivo es mejorar las características físicas de las personas, el fin es noble, pero se han desarrollado prácticas poco respetuosas con el medioambiente. Así mismo, sabemos que la preocupación por el ambiente donde habitamos debería ser nuestra máxima prioridad, es por ello que en la última década se vienen realizando un sinnúmero de esfuerzos a nivel mundial para mitigar el efecto invernadero y sus impactos sobre el planeta. La cosmética natural destaca como uno de estos esfuerzos puesto que busca un equilibrio entre la belleza y la naturaleza, es por ello que para lograr su propósito se basa en el uso de recursos como materia prima e insumos, técnicas y herramientas con el fin de obtener productos de alta calidad.

El presente libro es una demostración de la aplicación de los principios de la cosmética natural por parte de los miembros del Grupo de investigación Producción Más Limpia (GI PROLIMP) de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para brindar mayores alcances sobre aspectos relacionados con la Cosmética natural vertiendo los fundamentos de la disciplina, así como la presentación de

productos cosméticos. El texto aborda desde la química de la cosmética, el champú ecológico hasta la importancia del quitosano en la cosmética natural. Nuestro equipo considera importante que se difundan estas prácticas ambientalmente responsables e incentivamos a su lectura con la esperanza que la comunidad científica, académica, profesional y en general se siga solidarizando con el cuidado del planeta y de las personas, nosotros estamos absolutamente convencidos que podemos mejorar el lugar donde vivimos si actuamos con respeto y responsabilidad ante nuestros semejantes y la naturaleza que nos rodea.

CAPÍTULO I

QUÍMICA DE LA COSMÉTICA

Nino Castro Mandujano y Jenny Álvarez Bautista

1.1. Introducción

En este capítulo se desarrollará en forma resumida todos los aspectos básicos como: conceptos, operación analítica en química, propiedades de los compuestos utilizados en cosmética, solventes, etc., todo ello, con el fin de tener las herramientas básicas para que, a partir de ella, se pueda entender mejor los siguientes capítulos.

Conceptos básicos, por ejemplo, una sustancia es una forma de materia que tiene composición definida (constante) y propiedades características.

Algunas son elementos como el oro o cobre metálico, otras son compuestos como el agua, etanol, etc.; mientras que mezclas es una combinación de dos o más sustancias en la cual las sustancias conservan sus propiedades características, como por ejemplo el aire (mezclas homogéneas, están en una sola fase) o las bebidas gaseosas (mezclas heterogéneas, tiene dos fases o más), toda esta información se encuentra en la figura 1.1.

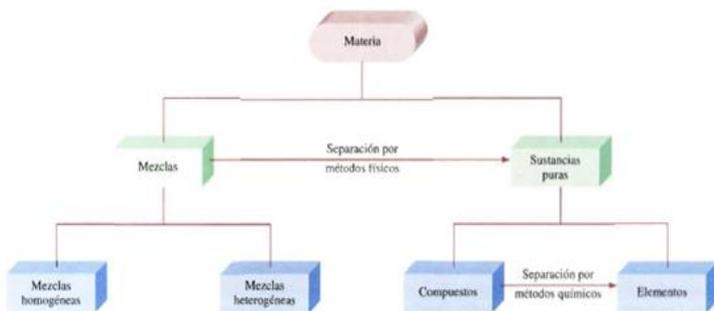


Figura 1.1. Clasificación de la materia

Todas las sustancias pueden existir en los tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Estos tres estados de la materia pueden ser convertibles entre ellos sin que cambie su composición de las sustancias, en la figura 1.2, se muestra un diagrama sobre los cambios de estados que puede sufrir la sustancia. Las sustancias tienen una fórmula molecular la cual indica el número exacto de átomos



Figura 1.2. Cambios de estados de la materia

1.2. Química Orgánica

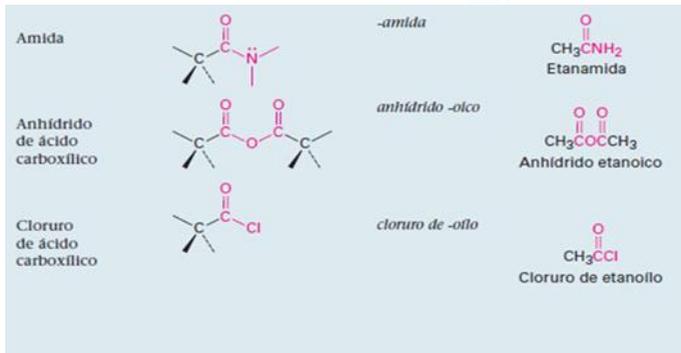
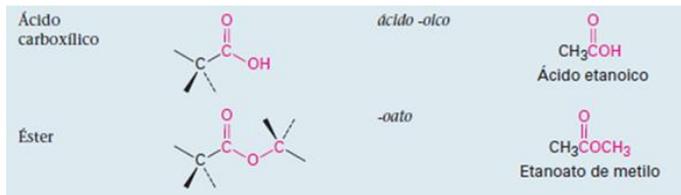
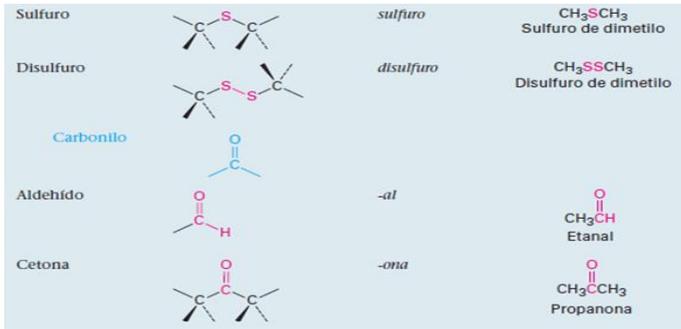
De acuerdo con el Chemical Abstracts, la publicación que resume y cataloga la literatura química, hay más de 30 millones de compuestos orgánicos conocidos. Cada uno de estos compuestos tiene sus propiedades físicas únicas, como sus puntos de fusión y de ebullición, y cada uno tiene su reactividad química característica. Los químicos han aprendido a través de muchos años de experiencia que los compuestos orgánicos pueden clasificarse en familias de acuerdo con sus características estructurales y que los miembros de una familia con frecuencia tienen un comportamiento químico similar. En este sentido, se conoce como grupos funcionales a las características estructurales que hacen posible la clasificación de los compuestos en familias.

Un grupo funcional es un grupo de átomos que tienen un comportamiento químico característico en todas las moléculas en las que aparece; por ejemplo, comparemos el etileno, una hormona de las plantas que causa la madurez de las frutas, con el menteno, una molécula mucho más complicada. Ambas sustancias contienen un grupo funcional de enlace doble carbono-carbono, y por tanto ambas reaccionan de la misma manera con el bromo (Br_2) para dar productos en los cuales se

añade un átomo de Br a cada uno de los carbonos doblemente enlazados. Este ejemplo es típico: la química de todas las moléculas orgánicas, independientemente de su tamaño y complejidad, está determinada por los grupos funcionales que contiene (McMurry 2008).

Tabla 1. Estructura de los grupos funcionales (Mc Murry 2008)

Nombre	Estructura ¹	Terminación del nombre ²	Ejemplo
Alqueno (enlace doble)		-eno	H ₂ C=CH ₂ Eteno
Alquino (enlace triple)		-ino	HC≡CH Etino
Areno (anillo aromático)		Ninguna	 Benceno
Haluro	 (X = F, Cl, Br, I)	Ninguna	CH ₃ Cl Clorometano
Alcohol		-ol	CH ₃ OH Metanol
Éter		éter	CH ₃ OCH ₃ Éter dimetilico
Monofosfato		fosfato	CH ₃ OPO ₃ ²⁻ Fosfato de metilo
Amina		-amina	CH ₃ NH ₂ Metilamina
Imina (base de Schiff)		Ninguna	 Imina de acetona
Nitrilo		-nitrilo	CH ₃ C≡N Etanonitrilo
Nitro		Ninguna	CH ₃ NO ₂ Nitrometano
Tiol		-tiol	CH ₃ SH Metanotiol



¹Se asume que los enlaces cuyas conexiones no se especifican están conectados a los átomos de carbono o hidrógeno en el resto de la molécula.

²Nota del revisor: Algunas de las terminaciones de los nombres en inglés pasan a estar al principio del nombre en español, por ejemplo dimethyl sulfide a sulfuro de dimetilto.

1.3. Química Biológica

Se llaman biomoléculas a todas las moléculas que intervienen en la estructura y funcionamiento del organismo vivo, lo mismo

sean grandes moléculas poliméricas (macromoléculas) como los polisacáridos, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos o sus monómeros: monosacáridos, ácidos grasos, aminoácidos y nucleótidos, así como sus intermediarios metabólicos. Esto significa centenares de moléculas distintas: pero, desde un punto de vista práctico las biomoléculas, se agrupan en siete categorías que al mismo tiempo son los componentes importantes de la dieta: carbohidratos, proteínas, lípidos, agua, iones (minerales: que entran a formar parte de la dieta y de la materia viva ingresan a los organismos como sales y en cuanto éstas se disuelven en los líquidos del organismo, los minerales se ionizan y pueden ser considerados como iones.), vitaminas y ácidos nucleicos

Las clases principales de compuestos orgánicos, comunes a los sistemas vivos, son lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y carbohidratos. Los carbohidratos son muy conocidos, a muchos de ellos se les llama “azúcares”. Forman una parte importante del alimento que ingerimos, y proporcionan la mayor parte de la energía que mantiene trabajando al motor humano. Los carbohidratos son componentes estructurales de las paredes de las células vegetales de plantas y árboles; a los carbohidratos se les consideró como “hidratos de carbono”, porque las fórmulas moleculares en muchos casos (aunque no en todos) corresponden a $C_n(H_2O)_m$. Es más conveniente definir a un

carbohidrato como un polihidroxialdehído, o una polihidroxicetona, porque esta definición está más próxima a su realidad estructural, y sugiere más su reactividad química (Mc Murry 2008).

1.4.- Saponinas de las plantas

Las saponinas son glicósidos (combinaciones de azúcares y agliconas o sapogeninas) que están presente en gran diversidad de plantas y se caracterizan por su capacidad para formar espuma en soluciones acuosas. Esta propiedad es la razón de sus usos más importantes. Existen dos clases de saponinas: los triterpenoides y los esteroides, que difieren en la estructura de la sapogenina del glicósido. Una típica saponina triterpenoide es el ácido quilaico, y un ejemplo de sapogenina esteroideal es la diosgenina. En los últimos años ha aumentado el interés por las sapogeninas esteroides, útiles como materias de partida en la síntesis de las hormonas esteroidales.

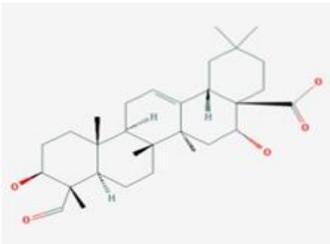
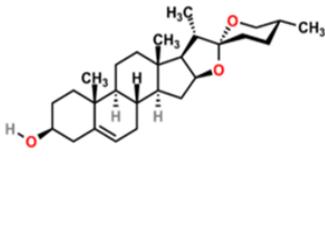
	
<p>ACIDO QUILAICO (Quillaja saponaria)</p>	<p>DIOSGENINA(Dioscorea)</p>

Figura 1.3. Saponina de las plantas

La saponina libre es un polvo blanco amarillento, amorfo y muy higroscópico; aún a concentraciones bajas irrita las mucosas y origina estornudos. Forma soluciones coloidales con el agua, es poco soluble en alcohol etílico frío, más soluble en alcohol etílico caliente y aún más en metanol. Es insoluble en éter, cloroformo y benceno. La solución acuosa forma emulsiones con los aceites fijos y con las resinas.

1.5.-Referencias Bibliográficas

McMurry, J. (2008). Química Orgánica. 7ª edición, editorial CENGAGE learning, México.

Wade, L. G. (2012). Química orgánica. (7^{na} ed.) México: Pearson.

CAPÍTULO II

PRODUCTOS NATURALES APLICADOS A COSMÉTICA

Nino Castro Mandujano y Jenny Álvarez Bautista

2.1.- Introducción

La cosmética convencional es una industria química que ha venido produciendo cosméticos con un gran número de ingredientes, en su mayoría materias primas de bajo costo extraídas del petróleo, producción que hoy en día se encuentra cuestionada y presionada a cambiar su orientación, por la nueva tendencia de los consumidores de cosméticos, hacia una cosmética más natural (Mosquera 2015).

Algunos podrían decir que los cosméticos naturales u orgánicos no ofrecen beneficios mayores que los cosméticos convencionales, pero los motivos por los que se prefieren este tipo de productos pueden nombrarse según la percepción del consumidor ya que proveen salud, bienestar, seguridad avalada por su uso tradicional, armonía entre cuerpo y mente, acercamiento a la naturaleza, y ofrecen gran tolerancia dermatológica, debido a que contienen una base de aceites

vegetales y extractos de plantas que estimulan las funciones vitales de la piel y son libres de compuestos sintéticos. Todos estos beneficios, algunos subjetivos, otros empíricamente demostrables, avalan la tendencia en el aumento del interés por la salud y el medio ambiente. Un producto natural u orgánico da seguridad, genera confianza al estar relacionado con la ausencia de componentes sintéticos. Los consumidores explican que: “lo orgánico, lo natural es más sano”; “funciona mejor”; “por alguna razón es utilizado desde hace siglos”; “va de la mano con el medio ambiente”; y “son productos biodegradables” (Mosquera 2015).

En este sentido, cabe destacar que según el estudio elaborado por L'Observatoire des Cosmétiques, indica que el 76,6% de los consumidores europeos encuestados están a favor de que en las etiquetas de los productos cosméticos se especifiquen las sustancias que los componen para poder identificar tóxicos e ingredientes que, aunque sean legales, pueden perjudicar de alguna forma la salud. Además, El 98,5% de los citados consumidores conocen los parabenos y el efecto que tienen en la salud, así como las sales de aluminio (95,7%), las siliconas (93,9%) y los filtros UV (86,1%). En definitiva, queremos saber de qué está hecho lo que compramos y cómo puede afectar a

nuestro organismo, porque, no podemos olvidar que, somos lo que consumimos. (Oxfam internom).

2.2. Formas Cosméticas

Tanto dentro de la Cosmética Convencional como en la categoría de Cosmética Natural, los productos se pueden presentar en diferentes formas cosméticas. La clasificación presentada a continuación (Olmos 2005), está basada en el estado físico de las mismas.

a. Soluciones: Son sistemas homogéneos, monofásicos, líquidos, por dispersión molecular de uno o más componentes en otro, llamándose al/los primeros solutos/s y al último solvente, lo que exige una cierta afinidad, dependiente de los caracteres de ambos.

b. Geles: Son soluciones monofásicas sólidas que se distinguen de los sólidos y de los líquidos por su permanente rigidez elástica y su alto contenido de líquidos, hidrófilos o lipófilos, que les confiere un carácter blando, fácilmente deformable, pero no derramable, generalmente transparentes.

c. Suspensiones: Son sistemas heterogéneos bifásicos, en los que una fase monofásica líquida o semilíquida externa, dispersa

una fase interna sólida insoluble, cuyo reducido tamaño de partículas condiciona la eficacia cosmética.

d. Emulsiones: Son sistemas heterogéneos de dos (simples) o más fases líquidas (múltiples), constituidas por una fase continua hidrófila o lipófila, y al menos una segunda fase dispersa en la primera bajo la forma de finísimas partículas, que se oponen y se rechazan entre sí, sin mezclarse en reposo, separándose por una intercapa lo más pequeña posible. Cuando se agitan se obtiene una mezcla inestable de gotitas (fase dispersa, discontinua o interna) en el seno de una fase continua (fase dispersante o externa) con la intercapa que tiende a reducirse progresivamente, lo que explica la inestabilidad del estado.

e. Polvos: Son sólidos orgánicos o inorgánicos, reducidos a partículas minúsculas. Cuando los polvos se someten a presión pueden hacerse compactos, permitiendo una estructura permanente que facilita la utilización en localizaciones precisas y en cantidades determinadas.

f. Pastas: Son formas bifásicas, semisólidas, formadas por un sistema monofásico líquido en el que se dispersa un sólido

insoluble, es decir polvos, que suelen estar micronizados y según la cantidad puede ser pasta oleosa o acuosa.

2.3. Análisis de los productos naturales como materia prima a productos cosméticos

Se había mencionado que las plantas en su medio tienen un poder de auto conservación, que les permite resistir a fuerzas naturales de desintegración, esta capacidad de la planta su relación con el ecosistema ha sido el argumento para su uso dentro de la medicina tradicional en diferentes patologías, y a la vez este uso ancestral ha despertado el interés de la ciencia para identificar las sustancias químicas y mecanismos responsables de llevar a cabo eficientemente este mecanismo natural. Muchas plantas han sido consideradas como una alternativa interesante de compuestos antibacterianos, que no sólo puede reducir riesgos a la salud, sino por la diversidad de componentes, incluso otorgarle beneficios adicionales a un producto. Y aunque existen muchas investigaciones que prueban la capacidad antibacteriana *in vitro* de plantas, “los resultados no son directamente comparables debido a las diferencias metodológicas tales como: la elección de la planta, extracto (s), microorganismo (s) de prueba y métodos antimicrobianos”.

En este sentido, se tiene que realizar una serie de análisis al producto natural. Las técnicas analíticas a emplearse en el análisis de control de calidad (Instituto nacional de Salud-INS 1999), deberán ser reproducibles, estar validadas y ser ejecutadas por personal capacitado e idóneo para la ejecución de los ensayos, deberán contemplarse las siguientes recomendaciones generales:

- a. Si utiliza una de las Farmacopeas, bastará con indicado. De lo contrario, deberá anexarse la documentación que compruebe la validación respectiva.
- b. Las técnicas propuestas deben permitir el control de la identidad del (los) recurso(s) natural(es) de uso medicinal constituyentes del medicamento natural.
- c. Entre los métodos aplicables se incluyen: los organolépticos, macroscópicos, microscópicos (histológicos), físicos, químicos.
- d. Además, realizar el Control de la Inocuidad. Entendiéndose la inocuidad como requisito de que el producto administrado no debe de producir efectos tóxicos o deletéreos para la salud del usuario. En términos prácticos se recomienda determinar la dosis letal media (DL50) en un modelo animal, utilizando

la vía adecuada para la presentación y forma de uso del producto (oral, intravenosa, intraperitoneal, o dérmica). Se determinará la DL50 y la DL5 en ratones, con un nivel de confianza no menor del 95% y una precisión del +/- 2,5%. Con frecuencia se utilizan ratones o ratas en experimentos de una duración de 7 días o menos.

- e. Control microbiológico: Son aplicables los métodos de inoculación directa en placa o tubo. El producto no debe de ser portador de gérmenes infecto contagiosos. El recuento microbiano o fúngico no deberá exceder los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud para productos medicinales herbales de uso oral -léase productos terapéuticos naturales de uso oral.
- f. Características físicas y organolépticas aplicables al control del producto terminado.
- g. Debe considerarse la forma de presentación y el grado de procesamiento.
- h. Control toxicológico. Determinación de la presencia de contaminantes químicos como colorantes no autorizados, pesticidas, metales pesados, etc.
- i. Control físico químico (pH, volumen, densidad, viscosidad, etc.).

- j. Análisis cualitativo (características macroscópicas, microscópicas, organolépticas, químicas, etc.).
- k. Análisis Cuantitativo (contenido de humedad, cenizas, ácidos grasos, extractos, sólidos solubles, etc.).
- l. Análisis Cualicuantitativo (mediante métodos cromatográficos en papel, en columna de sílica, cromatografía de permeación en gel, cromatografía líquida de alta performance -HPLC-, y otras).
- m. Control farmacológico: Verificación de la actividad del producto, el control de la evidencia de los efectos farmacológicos y clínicos del producto y la evaluación de la potencia (declarada por el fabricante).
- n. Control de envases y empaques.
- o. Fecha de vencimiento.
- p. Evaluación del rotulado.
- q. Evaluación del inserto.

2.4. Materias primas para los cosméticos naturales

Los cosméticos naturales son productos que contienen **solo materias primas naturales**: recursos minerales e ingredientes de origen vegetal o animal. Además, deberán obtenerse como resultado de procesos tales como: filtración, extracción, secado, destilación, prensado, molienda, liofilización y tamizado. La

obtención de materias primas naturales con el uso de los métodos físicos antes mencionados, que procesan el material en pequeña medida, permite conservar los valores nutricionales, las vitaminas y las sustancias beneficiosas que se encuentran en las materias primas.

Los ingredientes de origen animal se pueden usar para producir cosméticos sólo cuando hacerlo no sea perjudicial para la salud o la vida de los animales. Tales materias primas son, entre otras, miel, propóleos, lanolina y leche. En la producción de cosméticos naturales, también está permitido utilizar materias primas cosméticas obtenidas en procesos biotecnológicos, es decir, microbiológicos o enzimáticos. El ácido hialurónico, entre otros, se obtiene de esta forma. Además de materias primas de origen vegetal y animal, en la cosmética natural también puedes encontrar:

- Diferentes tipos de **componentes marinos** (por ejemplo, algas)
- Aceites esenciales,
- Sales inorgánicas y óxidos derivados de minerales,
- Emolientes naturales, colorantes, emulsionantes (por ejemplo, ésteres de sacarosa),

- Sustancias activas y conservantes naturales (ácido benzoico y sus sales, ácido bencílico, ácido salicílico).

La industria química trabaja constantemente en nuevas formulaciones basadas en materias primas naturales, que puedan ser utilizadas en la producción de cosméticos. Una de las novedades del mercado son las biobetaínas, que pertenecen a la línea de productos ecológicos.

Biobetaínas: materias primas innovadoras para cosméticos, que son seguras para las personas y el medio ambiente. - Las

biobetaínas son nuevos productos en la oferta del Grupo PCC. Pertenecen al grupo de los tensioactivos anfóteros ecológicos, que son altamente eficaces y suaves. Son compuestos químicos producidos a partir de ingredientes naturales. Su composición única de materia prima determina su alto índice de origen natural (según ISO 16280). Las biobetaínas se han desarrollado para la producción de cosméticos naturales como champús, acondicionadores para el cabello, geles de ducha y geles faciales, geles para la higiene íntima y otros productos para el cuidado personal. Tienen un efecto positivo sobre la piel y el cabello, suavizándolos y alisándolos. También son seguros para personas con piel propensa a irritaciones y alergias. Se pueden utilizar en productos para niños y bebés. Gracias a su alta

biodegradabilidad, las biobetaínas BioROKAMIN son completamente seguras para las personas y el medio ambiente. Se pueden usar de manera segura en productos ecológicos, orgánicos, veganos, sin parabenos y sin OGM.

¿Qué sustancias no se pueden utilizar en la cosmética natural? Para la producción de cosméticos naturales no se utilizarán aceites minerales, parafinas, vaselina, colorantes sintéticos, fragancias sintéticas, conservantes sintéticos, es decir, parabenos o formaldehídos, así como propilenglicol (PPG), siliconas, BHT, SLS y SLES. Los ingredientes de la cosmética natural deben estar libres de materias primas procedentes de plantas modificadas genéticamente, así como de materias primas de animales muertos u obtenidas de forma nociva para ellos. También es importante recordar que la producción de cosméticos naturales requiere tomar medidas de protección del medio ambiente natural. Un producto cosmético natural no debe contener sustancias sintéticas; aunque algunos organismos certificadores consideran que el producto es natural si contiene menos del 5 % de sustancias sintéticas.

¿Qué funciones cumplen los ingredientes en la cosmética natural? Los productos cosméticos semielaborados utilizados en preparaciones naturales tienen funciones definidas. Sin

embargo, debido al hecho de que cada materia prima natural tiene una composición rica y varias propiedades, puede cumplir varias funciones al mismo tiempo. Los ingredientes más importantes que se utilizan en la cosmética natural son los antioxidantes, los agentes emulsionantes, los hidrolatos y extractos de plantas, los humectantes, los exfoliantes y los tensoactivos.

Antioxidantes—una lucha contra el envejecimiento de la piel.

-La acción de los antioxidantes se basa en reducir la cantidad de radicales libres acelerando los procesos de envejecimiento de la piel. Estas sustancias limitan el crecimiento de microorganismos y protegen los ingredientes cosméticos de la descomposición. Los antioxidantes naturales son: ácidos lipoico y ferúlico, coenzima Q10, así como vitamina C y E. Los polifenoles y flavonoides que se encuentran en las semillas de uva, el romero y los cítricos también son efectivos. Una ventaja adicional de estas sustancias es la protección del producto cosmético frente a factores externos, lo que prolonga su vida útil.

Emulsionantes – creando una emulsión permanente. Debido a los emulsionantes, es posible crear una emulsión permanente, es decir, combinar dos fases: agua y aceite. Dan la consistencia adecuada y estabilizan el producto cosmético. Un emulsionante

natural popular es GSC (citrato de estearato de glicerilo) que, además de prevenir la estratificación de las fases de los cosméticos, es bueno para la piel. Otra sustancia natural utilizada como emulsionante en cosmética es también la cera de abejas.

Hidrolatos – aguas a base de plantas. - Los hidrolatos son destilados producidos como subproductos en el proceso de fabricación de aceites esenciales. Sus propiedades dependen de la planta de la que se hayan obtenido. Sin embargo, sus características comunes son la capacidad de tonificar la piel, mejorar su estado y calmar las irritaciones. Los hidrolatos también se utilizan como la llamada fase acuosa en jabones, cremas y bálsamos.

Maravilloso poder de las vitaminas. Las vitaminas son compuestos químicos orgánicos que tienen un efecto positivo en el estado de la piel. Las vitaminas C, A y E son las más utilizadas en cosmética. Calman eficazmente las irritaciones de la piel, protegen y regulan su densidad y le devuelven la firmeza.

Humectantes – hidratación duradera. Los humectantes son sustancias que se encargan de fijar el agua tanto en el preparado cosmético como en la piel. Gracias a ellos, la hidratación se conserva durante mucho tiempo, las arrugas se alisan y la piel se

vuelve tersa, flexible y elástica. Los humectantes naturales son aloe, miel, glicerol y ácido hialurónico.

Exfoliantes – exfoliación de células muertas de la piel. Los exfoliantes son ingredientes que exfolian la epidermis y comúnmente se los conoce como exfoliantes. Eliminan la capa externa de células muertas de la piel, estimulando el crecimiento de nuevas células. Además, oxigenan y limpian en profundidad la superficie cutánea. Los exfoliantes naturales pueden funcionar mecánica o químicamente. El primer tipo son las sustancias abrasivas, es decir, semillas molidas o sales inorgánicas. El segundo tipo de exfoliantes son agentes enzimáticos que disuelven las células muertas. En cosmética natural, los ácidos hidroxílicos se utilizan como exfoliantes químicos (ácidos AHA). Se encuentran, entre otros, en la leche, las frutas y la caña de azúcar, y se trata de sustancias como: ácido málico, cítrico y mandélico

Extractos de plantas – lo mejor de las plantas. Los extractos vegetales son principios activos extraídos de las plantas en el proceso de extracción mediante disolventes, como aceites vegetales o etanol de origen vegetal. Sus efectos resultan directamente de las propiedades de la materia prima de la que se obtienen. Cumplen funciones antibacterianas, reafirmantes,

fortalecedoras, hidratantes, rejuvenecedoras y reductoras de la fatiga y la decoloración.

Tensioactivos: limpieza eficaz de la piel. Este grupo de ingredientes se utiliza en cosmética limpiadora, donde son responsables de la saponificación de las impurezas de la superficie de la piel y facilitan la limpieza de la piel. En cosmética natural se utiliza amidopropilbetaina obtenida del aceite de coco. Esta sustancia tiene muy buenas propiedades espumantes, efecto antibacteriano y elimina suavemente la suciedad, sin causar irritación en la piel.

2.5.- Referencias Bibliográficas

INS-Instituto Nacional de Salud. (1999). *Registro y control de calidad de recursos y productos naturales de uso en salud*. Ministerio de Salud. Lima, Perú.

Mosquera T. (2015). *La investigación en cosmética natural*. Editorial ABYA YALA, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca –Ecuador.

Olmos, L. (2005). *Dermocosmos*, Historia clínica y métodos de exploración no invasivos en dermocosmética: <http://www.dermocosmos.com/espanol/libros/Dermocosmetica%202.htm>.

Oxfam intermom. *Cosmética natural*. Revisado el 7 de noviembre de 2022. https://recursos.oxfamintermon.org/hubfs/Ebooks/Ebook_Cosm%C3%A9tica%20natural.pdf

CAPÍTULO III

QUITOSANO Y SUS APLICACIONES EN CREMAS CICATRIZANTES

Jenny Álvarez Bautista y Rosa Karol Moore Torres

3.1 Introducción

El quitosano es un biopolímero natural que proviene de forma originaria del caparazón o esqueleto externo de los crustáceos, y se obtiene a partir de la desacetilación de la quitina, a través de un proceso de tres pasos, la desproteinización, la desmineralización y la desacetilación (Álvarez et al, 2019).

Evidencias demuestran la efectividad del quitosano para la cicatrización de heridas como la de López et al (2021) quienes demostraron un óptimo grado de cicatrización en las heridas con una exitosa recuperación de la piel entre los 7 y 10 días, así como la innovación en el desarrollo de productos que cumpla con dicho fin debido a su naturaleza adhesiva en conjunto con su carácter bactericida y antifúngico, propiedades asociadas al tratamiento de heridas y quemaduras (Valencia et al, 2016).

3.2 Cremas medicinales

Son formas farmacéuticas semisólidas emulsionadas que contienen uno o varios principios activos y hasta un 80 % de agua. Están destinadas para su aplicación a la piel o ciertas mucosas con efecto protector, terapéutico o profiláctico, en particular cuando se necesita un efecto oclusivo.

Clasificación de las cremas

Las cremas se clasifican en hidrófobas e hidrófilas, a continuación, se muestran algunas características de estas:

Hidrófobas (w/o). Donde la fase continua o externa es la base lipófila, debido a la presencia en su composición de emulgentes tipo W/O. Es ideal para piel seca o dermatosis crónica. La fase interna consiste en gotitas de agua rodeadas por la fase oleosa, no se absorben con tanta rapidez en la piel, tienen efecto oclusivo que reduce la pérdida transepidérmica de agua en la piel. Son adecuadas para liberar principios activos en la piel y no pueden ser lavadas con agua sola.

Hidrófilas (o/w). Donde la fase externa es de naturaleza acuosa debido a la presencia en su composición de emulgentes tipo O/W, tales como los jabones sódicos o de trietanolamina, alcoholes grasos sulfatados y polisorbatos a

veces combinados en proporciones convenientes con emulgentes tipo W/O.

3.2. De la actividad cicatrizante

“La cicatrización es un fenómeno complejo que depende de la interrelación de los elementos celulares que producen las proteínas necesarias para la reacción inflamatoria y la reparación del tejido. Es imprescindible aclarar que se trata de un proceso reparativo más no regenerativo como ocurre en el feto de cualquier mamífero” (Enoch y Leaper, 2007). El resarcimiento de una herida es fenómeno complejo de integración de procesos interactivos y dinámicos, en que la secuencia se superpone en el tiempo. Al proceso de cicatrización se le suele dividir en tres fases: “Inflamatoria”, “Proliferativa” y de “Remodelación tisular” (Villalba, 2008)

Aspectos relacionados a la actividad cicatrizante son los activadores de coagulación, mediadores de la inflamación, así como los factores de crecimiento, los cuales serán detallados a continuación:

Activadores de la coagulación, son un conjunto de sustancias que inducen la formación de una malla de fibrina (costra) la cual ayuda a bloquear la hemorragia, consolida los bordes de la herida y contribuye con un cierto grado de asilamiento a la

misma (lo que reduce pérdida de agua y entrada de gérmenes) (García, 2013). **Mediadores de la inflamación**, son sustancias que promueven el encharcamiento del tejido y la sustracción a los bordes de la herida de neutrófilos que actúan inactivando a los gérmenes que han contaminado la herida y contribuyen más mediadores de la inflamación. Asimismo, atraen a esa zona a los macrófagos, que favorecen la destrucción de gérmenes y aportan mediadores de la inflamación, así como factores de crecimiento y en la limpieza del tejido (fagocitando los restos) y (García, 2013).

Factores de crecimiento, son los encargados de iniciar y estimular la proliferación de células endoteliales y de fibroblastos. Fundamentalmente se trata del factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF) que es un potente mitógeno para los fibroblastos, y el factor de crecimiento de células endoteliales derivado de las plaquetas” (García, 2013).

3.3 Preparación de la crema con quitosano

En cuanto a la preparación de la crema con quitosano se considerará el estudio de la Químico Jenny Álvarez Bautista, profesional especializada en la materia y miembro principal del Grupo de investigación Producción más limpia de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

El propósito de la elaboración de la crema cicatrizante sea realiza con la finalidad que sea sensible, adhesiva, biocompatible y estable, y que a la vez soporte la adición de un fármaco, aspecto importante son los insumos, los cuales se utilizaron tanto para la fase oleosa (vaselina sólida 4 g, ácido esteárico 5 g, cera lanette 6 g, propil parabeno 0.2 g); y, para la fase acuosa propilenglicol 5 g, metil parabeno 0.2 g y agua destilada csp 100 g.

Procedimiento para la elaboración de la crema

Se expusieron los insumos de la fase oleosa y acuosa en sus respectivos depósitos de pírex a una temperatura entre 70°C a 80°C. Fue importante considerar el porcentaje de quitosano en una crema de 30 g obteniéndose para una concentración del 0.5% el principio activo fue de 0.15 g y la crema base de 29.85 g; para una concentración del 1% se consideró como principio activo 0.30 g y la crema base de 29.7 g, mientras que para una concentración del 2%, el principio activo fue de 0.6 g y una crema base de 29.4 g.

Aspecto importante es el quitosano y su fuente de procedencia, siendo utilizada las cabezas de langostino *Litipanaeus Vannamei* proveniente de Tumbes-Perú, las cuales presentaron como parámetros: humedad (51.25%), cenizas

(6.03%), nitrógeno (10.41%), quitina (17.15%), quitosano (13.53%) y quitosano calcáreo (16.88%). En cuanto al tiempo óptimo de desmineralización fue de 30 minutos, puesto que no hubo reducción significativa en el contenido de sólidos insolubles, tratados con HCl 6% y a 150 rpm. Mientras que el tiempo óptimo para la desacetilación fue de 120 minutos con 180 rpm y a una temperatura de 90°C. Los residuos acuosos fueron expuestos a evaluaciones de desproteización, desmineralización y desacetilación, demostrándose que en los procesos de obtención de quitina y quitosano son respetuosos con el medioambiente.

Parámetros de control de calidad en los productos

Las cremas fueron expuestas a parámetros de control de calidad dentro del laboratorio como la determinación del color, olor, untuosidad (con el fin de establecer si es lipofílica o hidrofílica), presencia de grumos, viscosidad (se utilizó el viscosímetro de Brookfield), extensibilidad, nivel de PH y estabilidad de la temperatura.

Los procedimientos utilizados para demostrar las características se basaron en el estudio de Yambay (2013):

- a) **Características organolépticas:** Para la observación de la transparencia, presencia de partículas y el color, en un

tubo de ensayo limpio y seco se llenó con la crema elaborada hasta la mitad se realiza una apreciación visual. El olor de la crema elaborada, se determinó introduciendo en la muestra una tira de papel secante, percibiendo la característica del olor que presentó el producto.

- b) **Estabilidad térmica:** Se tomó una pequeña muestra de la crema elaborada y se observó si ésta presentaba fenómenos de floculación y/o coalescencia o alteraciones físicas y químicas a diversos tiempos (1, 7, 15, 21, 30 y 41 días), a temperatura ambiente.
- c) **Conductividad:** Se disolvió 1g de la crema elaborada en 10 mL de agua destilada, luego se procedió a medir la conductividad con un conductímetro previamente calibrado.
- d) **Determinación del pH y su ajuste:** Se disuelve 1g de la crema elaborada en 10 mL de agua destilada, luego se mide el pH con un potenciómetro previamente calibrado con soluciones tampón, si fuera necesario basificar se usa una solución NaHCO_3 5% p/v.
- e) **Extensibilidad:** Se pesa 1 g de la crema elaborada a 25°C , luego se presiona entre dos superficies de vidrio a

las cuales se les adiciona un peso de 100 g durante un minuto, la respuesta es la variación del área originada. Según el estudio de Álvarez (2023) se obtuvo una crema de color blanco, con aspecto homogéneo untuoso al tacto, olor agradable, sin presencia de grumos, con un Ph de 5.4-5.6, Viscosidad cPs de 180 y una extensibilidad de 4.5 cm. Así mismo se añadió quitosano desde 0.5% hasta 2.0%. En resumen, todos los valores obtenidos demuestran la eficacia de la formulación. En cuanto a la calidad microbiológica no se presentaron organismos como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* y las cantidades de microorganismos aerobios mesófilos, mohos y levaduras son menores de 5×10^3 UFC/g.

Las pruebas para evaluar la cicatrización se realizaron en ratones tanto machos como hembras con aplicaciones de quitosano en crema al 0.5%, 1%, 2% demostraron la producción de colágeno y cicatrización, siendo indiferente las medidas de concentración de quitosano en las cremas (se comprobó a través del estadístico de razón de verosimilitud con un valor de 4.547, Df 2 y significación asintótica de 0.103).

3.4 De otros estudios que demuestran el uso del quitosano en cremas medicinales

La búsqueda en bases de datos como Scopus y Science direct, develaron el amplio uso del quitosano en cremas antibacteriales, dicha afirmación lo respalda Khattak et al (2022) quienes presentan una crema cargada de bacitracina y quitosano con la finalidad de administrar el fármaco de manera eficiente puesto que permite su permeación por medio de la piel, así mismo se prolonga el tiempo de residencia del fármaco en la piel demostrando así una mayor biodisponibilidad. Mondejar et al. (2022), presentan una crema humectante natural inoculada con microorganismos microbianos presentes en productos cosméticos.

con nanopartículas de carvacrol-quitosano y nanopartículas de eugenol-quitosano demostrando que dicha combinación logra una mayor eficiencia conservante. Prakash (2014) presentaron una crema tópica con una composición binaria y ternaria del Chitosán junto con la arcilla Montmorillonita y el Nylon 6 en diversas proporciones, demostrando una alta eficacia como recurso antimicrobiano. En cuanto a la crema cicatrizante se cuenta con un antecedente de Viswanathan et al (2016) quienes desarrollaron una crema para curar heridas compuesta de quitosano y gelatina con clorhexidina junto con nanopartículas de fosfato de calcio demostrando un alto efecto cicatrizante.

3.5. Referencias Bibliográficas

Álvarez, B., Castro, M. y Tinoco, G. (2019). Adsorción de azul de metileno con biopolímeros (quitosano calcáreo y quitosano) obtenidos de las cabezas de langostinos a nivel piloto. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 20(3), 90-104.

Enoch S y Leaper, DJ. Basic Science of Wound Healing. *Surgery* 2007; 26:31–37.

García A., (2013). Reparación de las Heridas. Fundamentos de patología. Curación de las heridas: [acceso: 21 de agosto del 2020]. disponible en: <http://www.oc.lm.ehu.es/Fundamentos/patologia/Apoyo/Cap%203%20Curación%20de%20las%20heridas.pdf>

Khattak, R.Z.; Nawaz, A.; Alnuwaiser, M.A.; Latif, M.S.; Rashid, S.A.; Khan, A.A. ; Alamoudi, S.A. (2022). Formulation, In Vitro Characterization and Antibacterial Activity of Chitosan-Decorated Cream Containing Bacitracin for Topical Delivery. *Antibiotics*, 11, 1151. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11091151>

López, M., Valdez, R., Quihui, R. y Osuna, P. (2021). Recubrimientos para heridas con *Aloe*-gel combinado con

alginato, pectina y quitosano: aplicaciones *in vivo*. *Ciudad de México*. 23(12).
<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.279>

Mondéjar-López, M., López-Jimenez, AJ, García Martínez, JC, Ahrazem, O., Gómez-Gómez, L., Niza, E. (2022). Evaluación comparativa de nanopartículas de quitosano de carvacrol y eugenol como conservantes ecológicos en cosmética. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.02.164

Prakash, N., Rajkumar, E., Sudha, PN, Prakash Udaya, NK (2014) Actividad antimicrobiana de compuestos binarios y ternarios de quitosano modificados con nailon 6 y arcilla montmorillonita. *Revista Internacional de Farmacia y Ciencias Farmacéuticas*, 6 (6), págs. 118-120.
<http://www.ijppsjournal.com/Vol6Issue6/9273.pdf>

Valencia, L., Martel, S., Vargas, C., Rodriguez, C. y Olivas, I. (2016). Apósitos de polímeros naturales para regeneración de piel. *Revista Mexicana de ingeniería biomédica*. 37(3)

Villalba L, Bilevich E. (2008). *Consenso sobre Cicatrización De Heridas*. [citado 5 de junio]. (4):1- 41. Disponible en:
<http://www.sad.org.ar/wp-content/uploads/2016/04/cicatrizacion.pdf>

Viswanathan, K., Monisha, P., Srinivasan, M., Swathi, D., Raman, M., Dhinakar Raj, G. (2016). Nanopartículas de clorhexidina-fosfato cálcico - Crema cicatrizante a base de mezclador polimérico y sus aplicaciones. *Ciencia e Ingeniería de Materiales C*, 67, págs. 516-521. doi: 10.1016/j.msec.2016.05.075

Yambay, P. (2013). Elaboración y control de calidad de una crema a base de los extractos hidroalcohólicos de berro (*Nasturtium officinale*) y llantén (*Plantago major*) y comprobación de su actividad cicatrizante en heridas inducidas en ratones. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2473/1/56T00343.pdf>

CAPÍTULO IV

QUITOSANO Y SUS APLICACIONES

FOTOPROTECTORAS

Oscar Tinoco Gómez y Nancy Barreda de Miranda

4.1. Radiación solar

Para el planeta tierra el Sol constituye la fuente principal de la energía que recibe la atmósfera; la energía solar que proviene de la fusión nuclear que ocurre al interior del astro rey. Según la Agencia Española de Meteorología “la energía solar que llega a la superficie terrestre es 10.000 veces mayor que la energía consumida actualmente por toda la humanidad”.

La ciencia física establece a la radiación como una transferencia de energía mediante ondas electromagnéticas. Ondas que no requieren de “un medio material para propagarse, pueden atravesar el espacio interplanetario y llegar a la Tierra desde el Sol”.

Las ondas electromagnéticas presentan diferentes longitudes de onda, cuyo conjunto toma el nombre de espectro electromagnético. La colección de las longitudes de onda emitidas por el Sol se conoce como espectro solar.

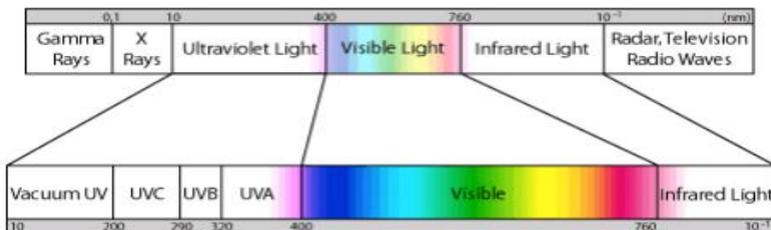


Figura 4.1. Colección de las longitudes de ondas emitidas por el Sol

Fuente: © AEMET

El espectro de la luz solar tiene un rango de 280 a 3000 nm a nivel del mar; la parte no visible comprende de 100 a 400 nm y se conoce como radiación ultravioleta. La luz solar tiene muchos beneficios para la vida en nuestro planeta, en particular para los seres humanos; pero, es importante destacar que una excesiva exposición a ella puede generar daño a la piel humana, dado que este tipo de radiación produce quemaduras y otros efectos dañinos para la salud. Sepúlveda et al (2021) sostienen que “la exposición al sol de manera moderada contrae beneficios para la salud, como la síntesis de vitamina D o aportar en un mejoramiento en la circulación sanguínea”.

Según Algaba (2004) esta radiación tiene tres “segmentos” definidos: UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm) y UVC (100-280 nm), tal como se ilustra en la siguiente figura:

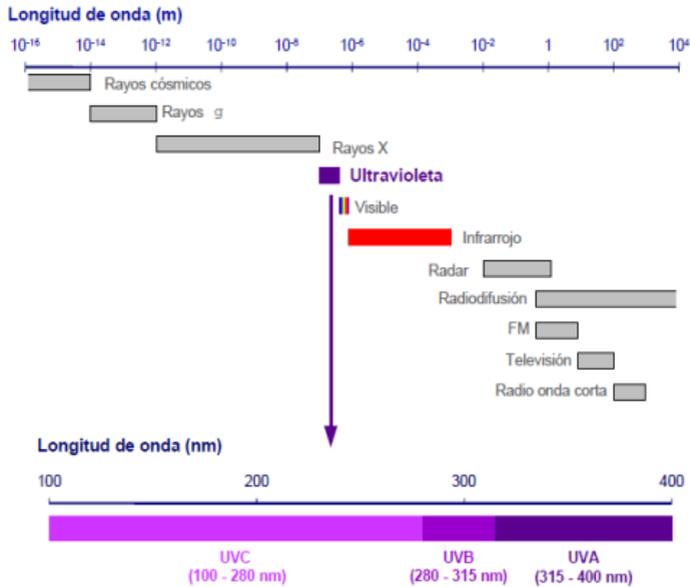


Figura 4.2. Segmentos de radiación

Fuente: Algaba, I (2004)

Estudios realizados por D'Orazio, J y otros (2013) precisan que los rayos ultra violeta propician diversas afecciones a la piel humana (inflamación, envejecimiento degenerativo y cáncer). En este contexto, resalta la importancia de la capa de ozono en la estratósfera, dado que se encarga de filtrar la mayor parte de la radiación ultravioleta. Esta fracción de radiación que atraviesa la capa de ozono es la fuente potencial de efectos dañinos a personas expuestas mucho tiempo al sol:

- Fotoenvejecimiento (la piel se engrosa y hay sequedad cutánea, arrugas y poros dilatados; envejecimiento dérmico prematuro debido a exposición repetida de la radiación UV)
- Manchas en la piel o zonas hiperpigmentadas por una alteración en los melanocitos
- Cáncer de piel
- Cataratas y otros trastornos visuales
- Inhibición del sistema inmunitario
- Afectación a las fibras de colágeno, por la pérdida de agua (flacidez cutánea)

La piel de los humanos es la parte más extensa de nuestro cuerpo y, como bien señala la medicina, constituye la principal barrera contra los patógenos. La componen tres capas claramente diferenciadas:

Capa	Descripción
Epidermis	Parte externa, protege al cuerpo de agentes externos y pérdida de agua; está conformada por el estrato córneo, lúcido, granuloso, espinoso y basal.
Dermis	Protege el cuerpo de influencias irritantes, nutre a las capas más externas; presenta estrato reticular y papilar
Hipodermis o sub cutis	Parte más interna, almaceno tejido adiposo que sirve como aislante y soporte.

Figura 4.3. Capas de la piel

Fuente: Sepúlveda, S; Gonzalez, L.; Villaseñor, L.; Ramírez, J. (2021)

Lo anterior conduce a reconocer que nuestra piel requiere cuidados, aun cuando el daño no sea perceptible en el corto plazo.

Tal como señala Castañeda (2019), la penetración de la radiación solar en las diferentes capas de la piel está en relación con la longitud de onda de la misma, tal como se muestra en la siguiente figura:

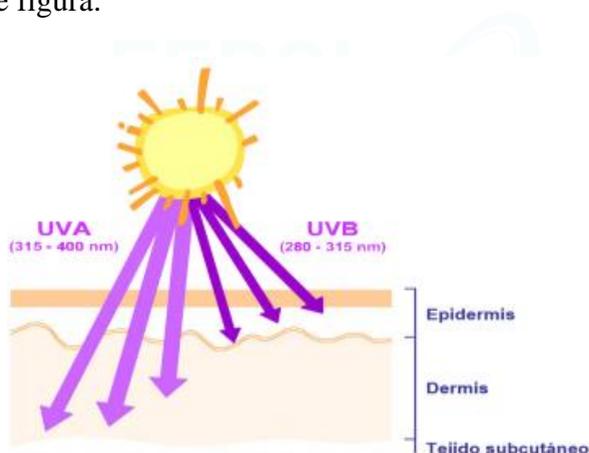


Figura 4.3. Penetración de la radiación ultravioleta en la piel

Fuente: Algaba, I (2004)

4.2. Fotoprotección de la piel humana

Consiste en el uso informado de productos concebidos para disminuir el efecto nocivo de la radiación solar en nuestra piel. Para Chabra et al (2019) la fotoprotección constituye una estrategia preventiva y terapéutica frente al cáncer y al

fotoenvejecimiento de la piel. Los fotoprotectores poseen filtros que absorben o reflejan las radiaciones UVA y UVB. Para la Comisión Europea los protectores solares son “sustancias que se aplican tópicamente con la finalidad de absorber y filtrar, dispersar o reflejar la radiación UV”. Para medir esta capacidad, se utiliza un factor de protección SPF (Factor de Protección Solar) o FPS, en español.

La siguiente figura resume los principales mecanismos de los productos fotoprotectores:

Mecanismo	Descripción
Absorción, reflexión o dispersión de la radiación UV	Circunscritas al estrato córneo de la piel. Evita la penetración cutánea e impide el daño producido por la radiación solar.
Propiedades antioxidantes	Reducción del estrés oxidativo generado por la exposición a los rayos UV. Contrarresta los efectos de fotoenvejecimiento y cáncer de piel
Modulación de varias vías de señalización	Algunos compuestos intervienen como intermediarios para activar o frenar cascadas de señalización en la célula respondiendo a los daños ocasionados por excesiva exposición al sol.

Figura 4.4. Principales mecanismos de los productos fotoprotectores

Fuente: Sepúlveda et al, 2021

Los fotoprotectores pueden ser clasificados de la siguiente manera:

Tipo	Características
Químicos	Compuestos aromáticos conjugados, que absorben la radiación UV. Cuando son irradiados pasan de un nivel energético fundamental a uno excitado, impidiendo la radiación hacia los tejidos subyacentes
Físicos	Productos generalmente óxidos o pigmentos minerales; actúan como pantalla, capaces de reflejar o dispersar la radiación UV
Biológicos	Biomoléculas generalmente con actividad antioxidante que también ayudan en la absorción, reflexión y/o dispersión de la radiación solar
Infrarrojos	Todavía en estudio. Algunas células de algas se están utilizando para contrarrestar los daños por la radiación infrarroja

Figura 4.5. Tipos de fotoprotectores

Fuente: Sepúlveda et al, 2021

La capacidad fotoprotectora es uno de los requisitos que se exigen a los productos cosméticos para el cuidado de la piel. Estos productos deben incorporar filtros solares.

Fotoprotectores biológicos

Desde la perspectiva de lo que se denomina la “cosmética natural” se promueve y presenta una serie de fotoprotectores biológicos. Productos naturales como la Zanahoria (rica en vitamina A y carotenoides), el Aloe (buen poder cicatrizante), la Granada (vitaminas C y E, rica en isoflavonas), entre otros. Se basan en la canalización de diferentes sustancias presentes en los seres vivos para atenuar los efectos nocivos de la radiación solar

en la piel humana. Generalmente se presentan para uso tópico (cremas, gel o emulsiones)

Para Stevanato et al (2014) existen vegetales que constituyen fuente de biomoléculas con actividad fotoprotectora, debido a su constante exposición al sol y a los diversos procesos metabólicos que llevan a cabo con ayuda de éste (terpenos, flavonas, carotenoides, catequinas y antocianinas).

Clavijo & Suarez (2022) reportaron una investigación, desde la perspectiva químico farmacéutica, sobre la preparación de un hidrogel en base a colágeno tipo I cargados con extracto de *Inonotus obliquus* que mostró buena protección UV (específicamente UVB), determinando “que el extracto acuoso del hongo puede ser empleado como filtro solar en las formulaciones”. Mejia et al (2014) reportaron la importancia de un extracto del fruto de granada (*Punica granatum*) con propiedades antioxidantes y efectos anti-inflamatorios. Dicho extracto “protege la piel contra los efectos nocivos de la radiación UVB y UVA”. La tabla 4.1. resume las características de algunos fotoprotectores biológicos. En donde se debe tener en cuenta el factor de protección solar (FPS) y el ingrediente activo, los mismos que tienen que ver con su capacidad de absorber la radiación UV.

Tabla 4.1 Características de los fotoprotectores biológicos

Número de referencia	Ingrediente activo	FPS	Otros beneficios
(1)	Hesperidina	No específica	Inhibición de la actividad de elastasa y colagenasa, contrarrestando la degradación de las fibras elásticas. Aumento de niveles de colágeno perdido por UV. Reducción del contenido de elastasa e inhibición de COX-2 y PEG-2. Incremento de niveles de enzimas antioxidantes e inhibición de la actividad inflamatoria.
(2)	Compuestos fenólicos de lanche colorado	3.0 a los 0 días	El FPS disminuyó durante el tiempo de análisis. Demuestra que los componentes tienen actividad fotoprotectora por un tiempo limitado.
(3)	Naringenina	No específica	Fotoestabilización. Mayor capacidad antioxidante. Elevada liberación del flavonoide en el colágeno que permitió mayor retención en fórmula y nula fototoxicidad.
(4)	Conversión de hesperidina y naringenina en hesperetina y naringenina	No específica	Disminución en la expresión de metaloproteinasas de matriz. Aumento de biosíntesis del colágeno. Disminución de senescencia celular después de su irradiación con UV.
(5)	Hojas de <i>Moringa oleifera</i> Rutina, quercetina, ácido elálgico, ácido clorogénico y ácido ferúlico	2.0	El método de determinación del factor de protección <i>in vitro</i> lo desarrollaron los autores, adaptando a UVB la norma ISO 24443:2012 para la determinación de la protección UVA <i>in vitro</i> .
(6)	Hojas de <i>Zea mays</i> . Compuestos fenólicos flavonoides y antocianinas	6.8, 16.88	La capacidad fotoprotectora del extracto depende de la concentración. Es necesario realizar análisis toxicológicos para poder aplicarlo en cosméticos.
(9)	<i>Moringa oleifera</i> y aceites esencial de <i>Ocimum basilicum</i> .	M. oleifera L. al 10%, 26.2096, aceite esencial al 5%, 25.89	Los autores no recomiendan el uso de la combinación de ambos, ya que se demuestra que disminuye el FPS.
(10)	<i>Lepidium meynli</i> (Maca) Compuestos fenólicos	5.48, concentraciones de 15%	El estudio demostró que la formulación en crema y el extracto con agua al 15% mostraron mejores propiedades fotoprotectoras, pero no mejores a las de control.
(11)	Nanopartículas de quitosano y ácido úsrico Compuestos fenólicos	9.6	La formulación tiene propiedades antiinflamatorias y fotoprotectoras. Además, cumple con condiciones asepticas e higiénico-sanitarias. Libre de microorganismos y apto para el uso.

4.3. Propiedades fotoprotectoras del quitosano

Los biopolímeros como el quitosano se están abriendo paso en el sector de la biotecnología, con aplicaciones importantes en la medicina, industria farmacéutica, agroindustria, entre otros.

La protección solar requiere de productos fotoestables cuando son irradiados por la luz solar, dado que su objetivo es garantizar protección eficaz y permanente mientras dura la exposición. Para tal efecto, en el mundo de la industria cosmética, existen cremas, lociones, aceites, emulsiones. En los últimos tiempos muchos de estos productos han presentado afecciones a la piel de los usuarios, como eritema, edema, o irritación.

Castro et al (2016) resaltan que es recomendable usar “productos con un factor de protección solar de al menos 15. El número del FPS (o SPF por sus siglas en inglés) representa el nivel de protección contra las quemaduras del sol que proporcionan la pantalla solar. Un FPS 15 bloquea un 93% de los rayos UV que causan quemaduras”.

Propiedad	Descripción
Actividad inhibidora del fotoenvejecimiento	Los quitooligómeros (oligómeros de quitosano) presentan efecto protector sobre la descomposición de la matriz del tejido conectivo de la piel a causa de la radiación UV. Películas de quitina y quitosano revelan una absorción en el espectro ultravioleta por debajo de 400 nm
Actividad de protección a la radiación	Mediante películas de colágeno y quitosano. Las películas de quitosano, en un estudio experimental, se mostraron resistentes a la acción de la radiación solar
Actividad antioxidante	Las moléculas antioxidantes son capaces de reducir el estrés oxidativo que se produce por efecto de la exposición a los rayos UV
Actividad hidratante	Permite crear una película sobre la piel que previene la pérdida de agua manteniendo su hidratación. Esta barrera que crea protege también de la radiación solar. El quitosano es un polisacárido de naturaleza hidrofílica, debido a la gran cantidad de grupos hidroxilo presentes en la cadena del polímero.
Actividad anti inflamatoria	Crema con ácido úsnico y quitosano evidenciaron propiedades antiinflamatorias

Figura 4.6 Propiedades fotoprotectoras del quitosano

Fuente: Puente, Andrea, 2020. Universidad Complutense; Castro, O, 2020, UNMSM

4.4. Referencias Bibliográficas

Algaba I (2004). Protección ultravioleta proporcionada por los textiles. Tesis doctoral Universidad Politécnica de Cataluña

Castaneda-Alarcon, Malena; Bell-Cortez, Carlos; Hidalgo-Ascencios, Julio y Moreno-Exebio, Luis. (2021) Actividad fotoprotectora de una crema con extracto acuoso liofilizado de *Lepidium meyenii* (MACA) frente a la irradiación ultravioleta en piel de ratones. *Rev. perú. med. exp. salud publica* [online]. 2021, vol.38, n.3, pp.434-441.Epub 30-Sep-2021.

ISSN1726-

4634. <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2021.383.7420>.

Clavijo, J y Suarez, K (2022). Diseño de un protector solar tipo hidrogel a base de extracto de *Inonotus obliquus*. Tesis de Licenciatura, Universidad del Bosque, Bogotá, Colombia.

Castro, O. (2020). Estudio fitoquímico del líquen *Everniopsis trulla* y preparación de una crema protectora solar a base de quitosano con el extracto del líquen. Tesis de

doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos,
Facultad de Química e Ingeniería Química,

D'Orazio, J., Jarrett, S., Amaro-Ortiz, A., & Scott, T. (2013). UV radiation and the skin. *International journal of molecular sciences*, 14(6), 12222–12248. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/ijms140612222>

Chhabra, G., Ndiaye, M.A., García-Peterson, L.M., Ahmad, N. (2017). Melanoma chemoprevention: Current status and future prospects. *Photochem. Photobiol.* 93: 975-989.

Fuentes, J.L.; García-Forero, A; Quintero-Ruiz, N; Prada-Medina, C.A.; Rey-Castellanos, N. D.A. Franco-Niño, D.A. Contreras-García, Y. Córdoba-Campo, EE Stashenko

Photochem. Photobiol. Sci, 16: 1424-1434, 2017

Mejia, J; Atehortúa, L y Puertas, M (2014) Foto-protección: mecanismos bioquímicos, punto de partida hacia mejores filtros solares. *Revista Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*; Volumen 12 / Número 4, octubre-diciembre.

Sepúlveda Soria, S. M., Gonzalez Tejeda, L. A., Villaseñor Villagómez, L. F., & Ramírez Granados, J. C. (2021).

Protección solar de la piel con extractos de frutas y vegetales. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 10. Recuperado a partir de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3308>

Stevanato R, Bertelle M, Fabris S. Photoprotective characteristics of natural antioxidant polyphenols. *Regul Toxicol Pharmacol.* (2014) Jun;69(1):71-7. doi: 10.1016/j.yrtph.2014.02.014. Epub 2014 Mar 5. PMID: 24607767.

CAPÍTULO V

CHAMPÚ ECOLÓGICO

Marisol Fernández Ruiz y Nino Castro Mandujano

5.1.-Introducción

Los productos del cuidado personal se han convertido en una necesidad primordial para toda la sociedad, siendo uno de estos el champú el cual a lo largo del tiempo se ha ido perfeccionando para intentar conseguir un mejor rendimiento, a medida que esto ha transcurrido se le han agregado numerosos productos o sustancias químicas, que se eligieron solo por su rápido efecto temporal, pero se ignoran sus efectos dañinos que aparecen a largo plazo.

Se ha determinado que los insumos cosméticos más empleados a nivel mundial son los agentes surfactantes, representando un 32% del consumo general en ingredientes cosméticos, seguido de los polímeros acondicionadores (Bourgeat 2005).

A los champús tradicionales se le añade tensioactivos sintéticos para la acción de espuma y limpieza, pero el uso regular conduce a la sequedad del cabello, pérdida de cabello,

irritación en el cuero cabelludo y los ojos (Potluri 2013), por eso las formulaciones de champú a base de productos naturales son una alternativa al champú sintético. Estos ingredientes naturales se pueden usar en forma cruda, extractos purificados o derivados (Pooja 2011), además presentan efectos beneficiosos para el cuidado del cabello.

5.2.- Importancia de usar plantas para preparar champús

Según la Organización Mundial de Salud (OMS), el uso de las plantas medicinales constituye una terapia más natural inocua, efectiva, de un costo racional y asequible a las poblaciones, las propiedades curativas de este tipo de plantas son atribuidas a los compuestos producidos en su metabolismo como los primarios con funciones principales en el organismo de las plantas y secundarios, tales como los alcaloides, fenoles, flavonoides, taninos, glucósidos cianógenos, saponinas y aceites esenciales (Rojas de Astudillo 2014), este tipo de compuestos secundarios tiene un gran valor en la industria farmacéutica y cosmética. En la tabla 5.1, tenemos una lista de plantas que se usan comúnmente para preparar champú.

Tabla 5.1. Lista de plantas que se usan para preparar champú (Chandran 2013).

No.	Nombre común	Nombre botánico	Parte usada
1	Kurunthotti	Sida cordifolia	Hojas
2	Tulsi	Ocinum sanctum	Hojas
3	Neelaman	Indigofera tinctoria	hojas
4	Henna	Lawsonia inermis	Hojas
5	Soap nut	Sapondus indica	Fruto

5.3.- Formulación de champús

Samaniego 2017, realizó una investigación donde presentó el diseño y la formulación de un champú a dos concentraciones del extracto alcohólico de *Urtica urens L* al 2% y al 5% utilizando un método analítico, experimental y comparativo.

Para la evaluación de caída de cabello formaron parte del presente estudio personas diagnosticadas con caída de cabello de origen no patológico, un grupo de 10 personas fueron evaluadas por personal profesional, por 21 días. Se sometieron a observación microscópica los cabellos caídos a diario para evaluar el aumento de su diámetro comprándolo al inicio y al final de estudio. Además, se obtuvo el recuento de cabellos caídos por día durante todo el tratamiento. Para ello se utilizó el método de cabellos estandarizados por 60 segundos.

Como resultado el porcentaje de reducción de la caída de cabello fue de 56.8% cuando se utilizó un champú a la concentración de 2%, mientras que 32% a la concentración de 5%. Además, se demostró su efectividad en el tratamiento contra la caída de cabello y se determinó que no produce irritabilidad dérmica mediante el ensayo de irritación para evaluación biológica de productos sanitarios.

Finalmente se evaluó los resultados de la medida de diámetros de cabellos caídos y conteo de cantidad promedio del número de cabellos caídos mediante pruebas estadísticas paramétricas como t de student y análisis de varianza se pudo observar un porcentaje de reducción de caída de cabello mayor en el champú del extracto de *Urtica urens* L. al 2% al finalizar las tres semanas de tratamiento (Samaniego 2017).

En la tabla 5.2 se puede observar un resumen de todos los estudios realizados en el presente trabajo, los cuales presentan resultados favorables luego de la utilización del champú con extracto de *Urtica urens* L. y se comprobó su validez estadística utilizando las pruebas paramétricas como “t” de student y análisis de varianza (ANOVA) confirmando indicios sobre su uso tradicional.

Tabla 5.2. Cantidad promedio del número de cabellos caídos luego de utilizar el champú con el extracto de *Urtica urens* L. (2 y 5%) y porcentaje de reducción. (Samaniego 2017)

Tratamiento	Basal	Semana 1	Semana 2	Semana 3
Concentración 2%	17,1	15,4	10,3	7,4
Porcentaje de reducción %	-	10,2	39,9	56,8
Concentración 5%	17,2	15,7	13,7	11,7
Porcentaje de reducción %	-	8,8	20,6	32,1

Según Chandran 2013, comparó la formulación de un champú a partir del extracto de las hojas *Sida cordifolia* donde se usó la nuez de jabón y shikakai como reemplazo de tensioactivos sintéticos y se realizó la comparación con un champú sintético comercializado. Se procedió a evaluar sus propiedades fisicoquímicas y rendimiento organoléptico. Para la estabilidad de la formulación se usó la decocción acuosa de *Emblica officinalis* debido a que tiene una actividad antiséptica establecida.

Finalmente se obtuvo que algunas propiedades eran similares a las de los dos champus. La composición de la formulación desarrollada se resume en la tabla (Tabla 5.3). La decocción acuosa de *Emblica officinalis* se dividió en 2 partes. La primera

parte se agregó con extracto de hierbas y la segunda parte se usó para mezclar polvos de nuez de jabón y shikakai. Se mezclaron ambas partes. A la mezcla se añadieron semillas de lino, goma guar y estabilizador con agitación.

La formulación del champú se filtró y se completó hasta el volumen usando una decocción acuosa de *Emblica officinalis*. El champú desarrollado se almacenó en un recipiente adecuado y se usó para evaluaciones adicionales.

Tabla 5.3. Composición de la formulación desarrollada (Chandran, 2013)

SI/No.	Componente	IF (% w/v)
1	<i>Sida cordifolia</i>	15
2	<i>Ocinum sanctum</i>	10
3	<i>Indigofera tinctoria</i>	10
4	<i>Lawsonia inermis</i>	5
5	<i>Hibiscus zizanoides</i>	5
6	<i>Sapindus indica</i>	5
7	<i>Acacia concinna</i>	20
8	Flax seed	0,15
9	Guar gum	1
10	Amla decoction QS	100 ml

En la investigación realizada por Rodríguez et al 2014, realizó un estudio comparativo de un champú y acondicionador ecológico con los productos convencionales. Para la formulación de los productos ecológicos se siguieron las pautas establecidas por los organismos certificadores

internacionales. Se evaluó su comportamiento reológico y viscosidad, empleando un Reómetro de cono y plato Brookfield RVDV-III Ultra, CPE-51, a 26°C comparando con champú y un acondicionador convencional. Los productos, excepto champú convencional presentaron un comportamiento ligeramente tixotrópico, característica particular deseada en los acondicionadores, el cual favorece su estabilidad. Los productos también presentaron un comportamiento pseudoplástico, lo cual facilita la aplicación ya que al ejercer una fuerza de deformación las moléculas se alinean presentando menor resistencia a fluir.

Según la investigación realizada por Chávez et al. 2013; el objetivo de su investigación fue la elaboración de un shampoo de Romero cuyo nombre taxonómico es *Rosmarinus officinalis* con actividad Anti *Malassezia globosa* a escala piloto. Primero se obtuvo el aceite esencial del romero por hidrodestilación, luego se creó la formulación para un volumen de piloto y finalmente se realizó el control de calidad del producto terminado mediante el test de ANOVA, así como la estabilidad para establecer el tiempo de vida útil. Para la determinación “in vitro” de *Malassezia globosa* el romero tiene actividad para el microorganismo productor de caspa, y el tratamiento de la *Pityriasis capitis* del cuero cabelludo producida por la

Malassezia globosa con shampoo de romero resulto eficiente. También, se realizó la formulación de un champú a base de hierbas y comparo las propiedades físico-químicas con un champú comercializado. El champú a base de hierbas se formuló mediante adición de extracto de *Acacia concinna*, *Sapindus mukorossi*, *Phyllanthus emblica*, *Ziziphus spinachristi* y *Citrus aurantifolia* en diferentes proporciones a una solución de gelatina acuosa del 10%. Esta planta contiene saponinas que se utilizó como tensioactivo natural que generan una buena detergencia y espumante. Se realizaron varias pruebas como la inspección visual, el pH, el tiempo de humectación, el % de contenido de sólidos, el volumen de espuma, estabilidad, tensión superficial, u otros a ambos champús. El champú a base de hierbas mostro una buena limpieza y detergencia, baja tensión superficial, tamaño de la burbuja pequeña y buena estabilidad de espuma.

En la investigación de Aghel et al. 2007, se realizó el estudio de las saponinas totales de la raíz de la planta *Acanthophyllum squarrosum* (ATS) y para la formulación de la base del champú se agregó una cantidad fija de texapon donde se sustituye por 1;2,5 y 5% de saponinas de *Acanthophyllum squarrosum* (ATS). La formación de la espuma en el champú se evaluó por el método de Ross-Miles y el poder de limpieza mediante la

prueba de Thompson. El rendimiento obtenido de las saponinas totales fue de 2.25% w/w. El mejor resultado se encontró en la formulación que contiene el 20%Texapon y 5 % (ATS), este produjo una espuma estable.

Según Marruffo 2018, realizó una investigación de la extracción y determinación de saponinas por método de espuma, pruebas de Liebermann – Burchard, Salkowsky y espectrofotometría ultravioleta (UV) en las hojas de la planta conocida en la serranía peruana como Lloctara (*Baccharis emarginata*). Por medio de las reacciones de coloración se estableció que las saponinas presentes en las hojas de la planta de estudio fueron de tipo esteroidal y con el análisis por espectrofotometría ultravioleta se observó la concentración de saponinas del extracto de las hojas de la planta Lloctara con 0.36308 mg/ml. Se concluye que los resultados obtenidos permiten confirmar la fuente natural de saponinas, cuya actividad tensoactiva resultaría idónea para elaboración de un champú amigable al medio ambiente.

La investigación realizada por Mena et al. 2015, realizó la determinación de saponinas y otros metabolitos secundarios presente en el extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L.(jaboncillo). Esta especie presenta según los estudios

realizados presencia de saponinas, por lo cual tiene un elevado valor farmacológico. Se preparó los extractos (infusión y decocción) de los frutos, semillas y tallos de *Sapindus saponaria* L. Para identificar la presencia de metabolitos se realizó el tamizaje fitoquímico a los extractos acuosos; el cual se observó como resultado la presencia de saponinas, taninos, azúcares reductores y flavonoides. La mayor concentración de saponinas se encontró en el extracto del fruto, luego la semilla y el tallo. Luego para determinar las concentraciones de saponinas de los extractos, se realizó el ensayo de hemólisis de eritrocitos. La cuantificación de las proteínas y carbohidratos se realizó por los métodos Lowry y Orcinol Sulfúrico, respectivamente.

En la investigación de Gunsha et al 2013, realizó la elaboración del emulsionante cosmético a base de lavado de agua de quinua cuyo nombre taxonómico es *Chenopodium quinoa*. La extracción de saponinas y la determinación de la capacidad emulsionante, se evaluó 4 metodologías siendo el más eficaz el BONIFAZ., L. el cual se obtuvo mejor rendimiento (4,24 g/L), las presencias de estos metabolitos fueron determinados mediante parámetros físicos, químicos y cromatográficos. Con la pasta de saponinas obtenida se elaboró el shampoo y crema para evaluar la capacidad emulsionante. Se concluyó que las

saponinas extraídas del agua de lavado de la quinua tienen capacidad emulsionante para la formulación de emulsiones de tipo O/W, además son emulsionantes aniónicos, tienen pH cercano a la neutralidad y es útil para la elaboración de cosméticos que utilizan reactivos de baja toxicidad.

5.4. Caracterización de la formulación de un champú

Ahora desarrollaremos las diferentes evaluaciones que se realiza a la formulación del champú (Chandran 2013):

a. Evaluación organoléptica

Es una evaluación del aspecto físico e inspección visual del champú. La formulación desarrollada fue evaluada por su claridad, color y olor. Todas las evaluaciones fueron reportadas y discutidas.

b. Determinación de pH

La formulación desarrollada se diluyó con agua destilada para preparar una muestra con una concentración del 10 %. Se verifica el pH de la muestra preparada con un medidor de pH digital a temperatura ambiente de 30 ± 2 °C.

c. Determinación del contenido porcentual de sólidos

Se pesó un plato de porcelana limpio y seco y se le añadieron 4 gramos de champú. Se pesó el plato con champú. Se calculó el peso exacto del champú. El plato de porcelana con champú se colocó en la placa caliente hasta que se evaporó la porción líquida. Se calculó el peso después del secado.

d. Medición de la viscosidad

La viscosidad del champú se determinó utilizando Brookfield Viscometer LVDV Prime-I. La viscosidad del champú se midió a temperatura ambiente, es decir, 30 ± 2 °C con diferentes rpm y torque.

e. Medición de tensión superficial

Diluir el champú con agua destilada para fijar al 10% como concentración. Las mediciones se realizaron. Sumerja el extremo aplanado del estalagmómetro (figura 4.3) en el vaso de precipitados que contiene una muestra de champú desarrollado y chúpelo hasta que el nivel alcance la marca. Fíjelo en el soporte y deje que la muestra corra lentamente desde la marca. Cuente el número de gotas que se forman cuando el nivel de líquido llega de A a B. Repita el experimento con agua destilada. Los datos se calcularon utilizando la siguiente ecuación.

$$R_2 = \frac{(W_3 - W_1)N_1}{(W_2 - W_1)N_2} \times R_1$$

Donde: W1 es el peso del vaso de precipitados vacío; W2 es el peso del vaso de precipitados con agua destilada; W3 es el peso del vaso de precipitados con solución de champú; N1 es número de gotas de agua destilada; N2 es número de gotas de solución de champú; R1 es la tensión superficial del agua destilada a temperatura ambiente; R2 es la tensión superficial de la solución de champú.

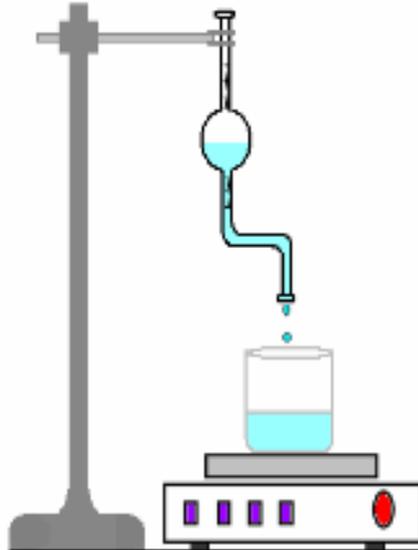


Figura 5.1. Estalagmómetro y la balanza.

f. Acción de limpieza

Se añadieron 5 gramos de hilo de lana en grasa y se colocó en un matraz que contenía 200 ml de agua con 1 gramo de champú. La temperatura del contenido del matraz se mantuvo a $30 \pm 2^\circ\text{C}$. El matraz se agitó durante 4 minutos a razón de 50 sacudidas por minuto. Se retiró la solución y se extrajo la muestra, se secó y se pesó. La cantidad de grasa eliminada se calculó utilizando la siguiente ecuación.

$$DP = 100 \left(1 - \frac{T}{C} \right)$$

Donde, DP= porcentaje de poder de detergencia; C= peso de sebo en la muestra de control; T= peso de sebo en la muestra de prueba

g. Capacidad de formación de espuma y estabilidad de la espuma.

Se usó el método de agitación del cilindro con una ligera modificación para determinar la capacidad de formación de espuma. Se colocaron 50 ml de la solución de champú al 1% en una probeta graduada de 250 ml y se cubrió con

la mano. El cilindro de medición se agitó durante 1 minuto. Se registró el volumen total del contenido de espuma después de 1 minuto de agitación. El procedimiento continuó durante 5 minutos.

h. Actividad anticaspas in vitro

Se emplea *Candida albicans* para probar la actividad antifúngica utilizando el método de plato de copa. El cultivo se mantiene en agar. Se inocularon 20 ml de medio de agar fundido con 0,2 ml de una suspensión de *Candida albicans* de 72 horas de antigüedad y se vertieron en una placa de Petri. Las copas (10 mm de diámetro) se perforaron en las placas petri y se llenan con 0,05 ml de una solución de la muestra disuelta en DMSO (10 ml de champú en 100 ml de DMSO). Las placas se mantienen para difusión a 40°C durante una hora y se incuban a 300°C durante 48 horas. Después de completar el período de incubación, se midió la zona de inhibición en milímetros

i. Estudios de estabilidad

Los estudios de estabilidad se realizaron de acuerdo con las pautas de ICH para pruebas aceleradas con las

modificaciones requeridas. La formulación de la muestra tomada se tomó y se mantuvo a temperatura ambiente (30 ± 20 C) así como en el refrigerador (4 ± 20 C) durante un mes. Las muestras se analizaron en cuanto a su apariencia física, pH, viscosidad, % de acción de limpieza y estabilidad de la espuma

Chandran 2013 realizó una investigación sobre un champú. El champú es un producto para el cuidado del cabello que se utiliza para eliminar la grasa, la suciedad, las partículas de la piel, la caspa, los contaminantes ambientales y otras partículas contaminantes que se acumulan gradualmente en el cabello. Es una preparación cosmética; Su función principal es la de limpiar el cabello del sebo acumulado, restos del cuero cabelludo y residuos de preparaciones para el cuidado del cabello. La caspa, una condición clínica causada por especies de *Malassezia* (*Pityrosporum*) es de gran preocupación cosmética en todo el mundo. Se sabe que la caspa se controla con ingredientes fungistáticos en los champús anticaspa. El objetivo principal de este estudio de Chandran 2013, fue eliminar los ingredientes sintéticos nocivos de la formulación del champú anticaspa y sustituirlos por ingredientes naturales seguros. Se ha hecho un intento de combinar la tecnología de formulación moderna en una fórmula basada en ingredientes naturales. El champú a base

de hierbas se preparó con extracto de hoja de *Sida cordifolia* y se utilizaron nueces de jabón y shikakai como tensioactivos. Se realizó evaluación de propiedades organolépticas, fisicoquímicas y pruebas de rendimiento y se comparó con el producto sintético comercializado. El resultado indicó que la formulación LF tenía propiedades que estaban a la par en comparación con una marca comercializada establecida de champú anticasca sintético.

En la evaluación del producto desarrollado para los parámetros de prueba tales como pH, % de contenido sólido, viscosidad, acción limpiadora, estabilidad de la espuma y actividad anticasca in vitro. Se seleccionó un champú anticasca sintético comercialmente disponible y se sometió a evaluación con parámetros similares. Una buena apariencia física es siempre esencial para cualquier preparación cosmética y no es diferente para el champú. Se realizaron evaluaciones físicas de características como color, olor y transparencia (tabla 5.4). La formulación LF desarrollada era de color marrón oscuro y transparente. La formulación LF tenía un buen olor que puede desempeñar un papel importante en su atractivo estético para la formulación de champú con ingredientes naturales o sintéticos puede contener demasiados sólidos. La filtración es uno de los métodos para minimizar el contenido sólido hasta cierto punto.

Si el champú tiene demasiados sólidos, será difícil aplicarlo en el cabello o demasiado difícil de lavarlo. La formulación LF tenía un contenido porcentual de sólidos del 25,75 % y un contenido porcentual de sólidos de la muestra MS comercializada del 25 %. El valor parece ser comparable con la marca comercializada establecida (tabla 5.4).

Tabla 5.4. Evaluación de propiedades física y pH (Chandran 2013)

No.	Código de formulación	Color	Olor	Transparencia	pH
1	Lf	Marrón oscuro	Bueno	Transparente	5,42
2	MS	Amarillo claro	Bueno	Transparente	5,48

Se ha mencionado que un buen champú debe ser capaz de disminuir la tensión superficial del agua pura a unas 40 dinas/cm. La reducción de la tensión superficial del agua de 72,8 dinas/cm a 25,86 dinas/cm por los champús a base de hierbas es una indicación de su buena acción detergente. La formulación LF poseía un valor de tensión superficial más bajo, es decir, 25,86 dinas/cm; por lo tanto, puede tener una buena acción detergente. La posible razón del valor de tensión superficial más bajo de LF puede deberse a la combinación de nuez de jabón y shikakai en una proporción optimizada como tensioactivo. Cuando estos resultados protegen al consumidor. La evaluación

física de la muestra contra la muestra comercializada no mostró diferencias significativas en términos de olor y transparencia excepto para el color. Lo que puede volver a enfatizar la capacidad de los ingredientes naturales para desarrollar champús para el cabello con atributos físicos similares a los de sus contrapartes sintéticas. El pH equilibrado es una de las formas de minimizar el daño al cabello. Citrous limoni es una de las alternativas naturales para lograr el rango de pH. La formulación LF posee un pH de 5,42, casi cercano al de sus contrapartes sintéticas (tabla 5.5).

Tabla 5.5. Porcentaje de contenido sólido, tensión superficial y acción de limpieza (Chandran 2013)

No.	Código de formulación	% contenido de sólidos	Tensión superficial(dinas/cm)	% acción limpiadora
1	LF	25,75	25,86	33,22
2	MS	25,00	24,76	32,17

Tabla 5.6. Volumen de espuma de la formulación desarrollada (Chandran, 2013)

Tiempo en minutos	Espuma	
	LF	MS
1	130	143
2	127	140
3	124	134
4	121	132
5	119	129

La formulación de champú con ingredientes naturales o sintéticos puede contener demasiados sólidos. La filtración es uno de los métodos para minimizar el contenido sólido hasta cierto punto. Si el champú tiene demasiados sólidos, será difícil aplicarlo en el cabello o demasiado difícil de lavarlo. La formulación LF tenía un contenido porcentual de sólidos del 25,75 % y un contenido porcentual de sólidos de la muestra MS comercializada del 25 %. El valor parece ser comparable con la marca comercializada establecida (Tabla 5.6). Se ha mencionado que un buen champú debe ser capaz de disminuir la tensión superficial del agua pura a unas 40 dinas/cm. La reducción de la tensión superficial del agua de 72,8 dinas/cm a 25,86 dinas/cm por los champús a base de hierbas es una indicación de su buena acción detergente. La formulación LF poseía un valor de tensión superficial más bajo, es decir, 25,86 dinas/cm; por lo tanto, puede tener una buena acción detergente. La posible razón del valor de tensión superficial más bajo de LF puede deberse a la combinación de nuez de jabón y shikakai en una proporción optimizada como tensioactivo.

La espuma también se llama hacer espuma y no tiene mucho que ver con el proceso de limpieza. Pero es de suma importancia para el consumidor y, por lo tanto, es un criterio importante en la evaluación de champús (Sharma et al., 2011). La mayor

propiedad de formación de espuma de LF puede deberse a la combinación de nuez de jabón y shikakai. Normalmente se considera que la capacidad de formación del champú natural no es comparable con sus contrapartes sintéticas. Pero el estudio demuestra que la combinación de tensioactivos naturales como la nuez de jabón y el shikakai en una concentración optimizada (20 % p/v) puede generar suficiente espuma para el champú. Cuando se comparó la formulación desarrollada con una muestra comercializada establecida, aunque el volumen de espuma fue mayor para la muestra comercializada, 143 ml en 1 minuto y 129 ml después de 5 minutos. Mientras que el LF que tenía el mayor volumen de espuma, es decir, 130 ml en 1 minuto y 119 ml después de 5 minutos, no mostró diferencias significativas en términos de volumen de espuma y estabilidad de la espuma. Cuando observamos de cerca los datos, la caída en el volumen de espuma fue marginalmente mayor para la muestra comercializada en comparación con LF (Tabla 5.6).

Tabla 5.7. Actividad anticasca in vitro de las formulaciones (Chandran 2013)

No.	Organismo	Formulación	Zona de inhibición en mm
1	Candida albicans	LF	20
2	Candida albicans	MS	19

La caspa es un trastorno vergonzoso del cuero cabelludo que afecta a las poblaciones de todo el mundo. El objetivo del tratamiento anticasca es reducir el recuento de *Malassezia furfur* en el cuero cabelludo y los objetivos de la terapia son reducir la morbilidad y prevenir complicaciones. Hongo similar a la levadura, por lo que se lleva a cabo un estudio antifúngico para evaluar la actividad anticasca de las formulaciones desarrolladas. La caspa es causada por la levadura lipofílica comensal y, por lo tanto, no se puede eliminar por completo, sino que solo se puede controlar. Los últimos años para el tratamiento de la caspa, la verdad de los ingredientes sintéticos y naturales se incorporan comercialmente en el champú. La actividad antifúngica de las formulaciones desarrolladas mostró resultados positivos contra el patógeno fúngico probado *Candida albicans* (Tabla 5.7). La formulación LF había mostrado una inhibición máxima, es decir, 20 mm. La formulación comercializada posee una actividad antifúngica más baja en comparación con LF. La máxima actividad antifúngica de la formulación LF puede deberse a la presencia de *Sidacordifolia*, que ha establecido una actividad anticasca. Pero este estudio puede demostrar que la capacidad de *Sida cordifolia* como agente anticasca podría haber mejorado en presencia de un buen tensioactivo, es decir, una combinación optimizada de nuez de jabón y shikakai. Cuando se

midió la zona de inhibición, la formulación LF3 tenía la zona de inhibición más alta de 20 mm, que era más alta que el champú comercializado comercialmente establecido que contiene ingredientes sintéticos. Los resultados del estudio anticasca in vitro confirman que la capacidad del champú anticasca desarrollado a partir de ingredientes naturales es el mejor reemplazo para sus contrapartes sintéticas, si se formula con los mejores ingredientes en una combinación optimizada.

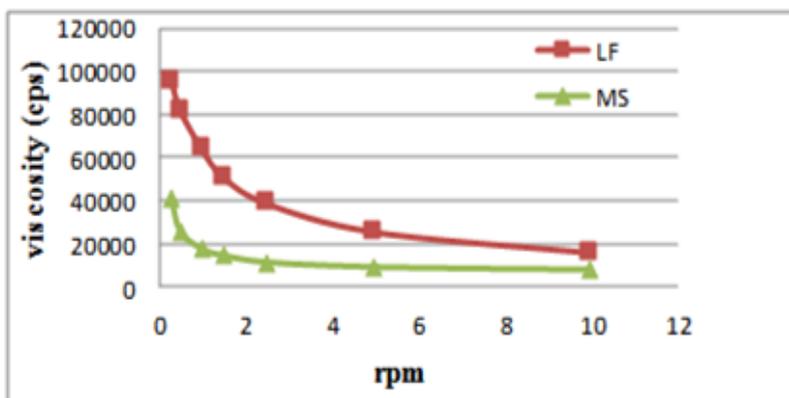


Figura 5.2. Viscosidad de la formulación (Chandran 2013)

Se usó goma guar en esta formulación para mejorar la viscosidad. La goma guar tiene una alta potencia espesante del agua, que es casi ocho veces mayor que el almidón de maíz. Por lo tanto, solo se necesitaba una pequeña cantidad para aumentar la viscosidad de un producto (0,5-1%). La medición de la

viscosidad mostró que la viscosidad de las muestras cambia gradualmente con el aumento del rpm, por lo que las formulaciones de champú dependían del tiempo y se la formulación del champú era de naturaleza diluyente por cizallamiento o pseudoplástica. El comportamiento pseudoplástico es un atributo deseable en la formulación de champús. Este comportamiento puede favorecer la propiedad de esparcimiento de las formulaciones desarrolladas (Figura 4.4). La formulación LF desarrollada poseía una mayor viscosidad y con el aumento de la tasa de cizallamiento, la viscosidad de los champús disminuyó en comparación con la muestra comercializada; esta es una propiedad favorable que facilita la extensión del champú sobre el cabello.

5.6. Ejemplos de champús ecológicos o naturales

Champú ecológico a partir de las saponinas de la raíz de la *Pycnophyllum glometatum* Mattf.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal realizar un estudio de las saponinas presentes en la raíz de la planta *Pycnophyllum glometatum* Mattf y elaborar un champú ecológico, con una formulación que se encuentra en la tabla 4.7. La muestra se recolectó en el distrito de Chumpi, provincia de Parinacochas (Departamento de Ayacucho). El

desarrollo de esta investigación comprende dos partes, en la primera, se verificó el contenido de saponinas mediante un análisis cualitativo y cuantitativo. Se procedió a realizar las reacciones de coloración con el Reactivo de Salkowski y sus variantes A y B; la reacción de Lieberman-Burchard; asimismo, se cuantifico las saponinas mediante el método gravimétrico (4,94 %) y por el método espectrofotométrico UV/VIS empleando saponina como patrón, se obtuvo 44,1 mg de saponina por gramo de muestra (4,41%).

Se caracterizó el champú determinando sus propiedades fisicoquímicas: pH:6.5, densidad 1,023 g/mL, 1,7102 cP, color pardo, aspecto viscoso-líquido y aroma aceptable; es estable a la prueba de centrifuga de 30 minutos manteniéndose una sola fase homogénea. Además, se realizó una encuesta organoléptica para conocer las percepciones organolépticas de las personas que usaron el producto (24 personas), quienes manifiestan en promedio que el champú ecológico es aceptable porque cumple con la limpieza del cabello, desengrasa, además, deja suave y brillante.

Análisis organoléptico de Champú “poqpoqsa”.- Se observó buenos resultados con respecto a la limpieza del cabello según la encuesta realizada, en la tabla 5.8 se encuentra algunos

beneficios que los consumidores según la encuesta realizada opinan, además, a parte de las características organolépticas son aceptables debido a que el aspecto era característico de un champú líquido- viscoso, el pH dentro del rango de 5-7.5 el cual obtuvo un pH de 6.5 y un color pardo debido al extracto acuoso la planta “poqpoqsa”. También se observó la presencia de abundante espuma lo cual aceptable y el aroma agregado al champú tiene una esencia similar a los champús comerciales, ver tabla 5.9.

Tabla 5.8. Formulación del Champú (Pozo 2011)

Ingrediente	Función	Cantidad
Extracto acuoso de poqpoqsa	Vehículo	800ml
Texapon N 70	Tensioactivo	120g
Coperland KD	Espesante	30g
Carboximetilcelulosa	Espesante y activador de espuma	15g
Cetiol HE	Agente acondicionador	10ml
Bronidox	Conservante	2.5g
Glicerina	Suavizante	20ml
Pantenol	Humectante	10ml
Ácido Láctico	Regulador de Ph	C.p.s
Vitamina E	Nutriente	10ml
Extracto de romero	Crecimiento y anticaída	80 ml
Quitosano al 1%	Estabilidad	20 ml
Esencia Fantasy	Fragancia	C.p.s

Tabla 5.9. Beneficios encontrados en el champú (Pozo 2011)

Descripción	Porcentaje %
Efecto y durabilidad.	42,9%
Nutrición y brillo.	57,1%
Controla el volumen del cabello.	14,3%
Facilita moldear el peinado.	14,3%
Sin toxicidad ni alergias.	0%
Suavidad y docilidad.	57,1%
Fortaleció el cabello	14,3%
Disminuyó la grasa	14,3%
Evita la caída del cabello	0%
Total	100%

Tabla 5.10. Características organolépticas del champú (Pozo 2011)

Parámetro	Resultado
Aspecto	Líquido – viscoso
Color	Pardo
Olor	Esencia Fantasy
pH	6.5

5.7.- Referencias Bibliográficas

Aghel N, Moghimipour B, Dana RA. (2007) Formulación de una base de hierbas champú usando saponinas totales de *Acanthophyllum squarrosum*. Iran J Pharm Res. 6(3):167-172.

Bourgeat A. (2005) A global view on specially chemicals: The supplier perspective. Cosmetics & toiletries.; 120(1): 47-56.

Chandran S, Vicky KV, Augusthy AR, Lindumol KV, Arun Shirwaikar. (2013). Desarrollo y evaluación de anticaspa champú basado en fuentes naturales. J Pharm Phytother. 1(4):10-14.

Chavez Almache J. (2013). Elaboración de Shampoo de Romero (*Rosmarinus officinalis*) con actividad Anti *Malassezia globosa* a Escala Piloto [Tesis de pregrado]. Ecuador, Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Gunsha Allauca L. (2013). Elaboración de un Emulsionante Cosmético a Base de Saponinas de Agua de Lavado de Quinoa. [Tesis de pregrado]. Ecuador; Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

- Marruffo Vazquez L. (2018). Extracción de las saponinas obtenidas a partir de las hojas *Baccharis Emarginata* para elaboración de un champú biodegradable. [Tesis de pregrado]. Perú, Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo;
- Mena V, Tamargo S, Salas O, Plaza P; Blanco H, Otero G. (2015). Determinación de saponinas y otros metabolitos secundarios en extractos acuosos de *Sapindus saponaria* L. (jaboncillo). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 20(1): 106-116.
- Pooja A, Arun N, Maninder K. (2011). Champús basados en ingredientes sintéticos frente a champús basados en ingredientes a base de hierbas: una revisión. *Int J Pharm Sci Rev Res.*;7(1):41 – 46.
- Potluri A, Asma SSK, Rallapally N, Durrivel S, Harish GA. (2013). Revisión de las hierbas utilizadas en el champú anticacpa y sus parámetros de evaluación. *Indo Am J Pharm Res.*; 3(4): 3266- 3278.
- Pozo M. (2011). “Implementación de una empresa para la elaboración de shampoo ecológico en la ciudad de Riobamba”. [Tesis de Maestría]. Ecuador, Riobamba. Universidad Regional Autónoma de Los Andes.

Rodriguez DS, Bucarito K, Vireira V, Andueza P. (2014).
Cosméticos Ecológico. Estudio del comportamiento
Reologico. Revista Facultad de Farmacia. 77(1-2).

Rojas de Astudillo L. (2014). Caracterización química
cuantitativa de metabolitos secundarios en plantas
medicinales. [Tesis de pregrado]. Ecuador, Machala.
Universidad Técnica de Machala.

Samaniego J, Fuertes C. (2017). Diseño y formulación de un
champú a base de extracto alcohólico de *Urtica urens* I para
su aplicación contra la caída del cabello. Rev. Soc. Quim.
Perú.; 83(3):265-272.

CAPÍTULO VI

NANOTECNOLOGÍA DEL QUITOSANO Y SUS APLICACIONES EN LA COSMÉTICA

Pedro Pablo Rosales López y Fiorella Vanessa Güere Salazar

Actualmente, la nanotecnología es un área de investigación, así como su aplicación en la fabricación de dispositivos y productos, que estudia las propiedades de los materiales que tienen entre uno y 100 nanómetros de tamaño. Asimismo, tiene una comprensión y el uso de la materia en una escala atómica y molecular para fines industriales. La manipulación de la materia a escala nanométrica (entre aproximadamente 1 y 100 nanómetros) tiene el potencial de aplicaciones novedosas en muchos campos, que incluyen la genómica, la ingeniería, la ciencia de la computación y la medicina.

Además, como se sabe la tecnología tiene que ver con la aplicación del conocimiento científico a la producción de nuevos productos. Entonces, la nanotecnología está basada en un conocimiento estructurado y sistemático de las cosas en la escala nanométrica.

El quitosano es un polímero natural derivado de la desacetilación de la quitina con propiedades tales como biocompatibilidad,

biodegradabilidad y formación de filmes, de gran aplicación en el campo de la industria, alimentación y medicina.

En el presente capítulo de este libro, se realizaron búsquedas de aplicaciones recientes en la cosmética utilizando nanotecnología. A continuación, se muestra un resumen de esta búsqueda.

Las soluciones impulsadas por la nanotecnología casi han tocado todos los aspectos de la vida, como la terapéutica, la cosmética, la agricultura y el medio ambiente. Los métodos físicos y químicos para la síntesis de nanopartículas implican condiciones de reacción peligrosas y agentes reductores y estabilizadores tóxicos. Por lo tanto, se prefieren las rutas verdes ambientalmente benignas para sintetizar nanopartículas con tamaño y forma ajustables. Se emplean bacterias, hongos, algas y plantas medicinales para sintetizar oro, plata, cobre, zinc y otras nanopartículas. Sin embargo, hay muy poca literatura disponible sobre la exploración de bacterias probióticas para la síntesis de nanopartículas. En vista de los antecedentes, esta revisión brinda el informe más completo sobre el potencial nanobiotecnológico de bacterias probióticas como *Bacillus licheniformis*, *Bifidobacterium animalis*, *Brevibacterium linens*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* y otras para la

síntesis de oro (AuNP), selenio (SeNP), plata (AgNP), platino (PtNP), nanopartículas de telurio (TeNP), óxido de zinc (ZnONP), óxido de cobre (CuONP), óxido de hierro (Fe₃O₄NP) y nanopartículas de óxido de titanio (TiO₂NP). Tanto la síntesis intracelular como la extracelular están involucradas como rutas potenciales para la biofabricación de nanopartículas polidispersas que tienen forma esférica, de varilla o hexagonal. Carbohidratos asociados al exopolisacárido capsular como galactosa, glucosa, manosa y ramnosa, diglicosildiacilglicerol asociado a la membrana celular (DGDG), 1,2-di-O-acil-3-O-[O- α -D-galactopiranosil-(1 \rightarrow 2)- α -D-glucopiranosil]glicerol, triglicosil diacilglicerol (TGDG), enzimas dependientes de NADH, aminoácidos como cisteína, tirosina y triptófano, proteínas de la capa S (SLP), lacto-N-triosa y ácido láctico juegan un papel importante en la síntesis y estabilización de las nanopartículas. Las nanopartículas biogénicas pueden recuperarse mediante un tratamiento racional con dodecilsulfato de sodio (SDS) y/o hidróxido de sodio (NaOH). Eventualmente, también se elaboran diversas aplicaciones como antibacterianas, antifúngicas, anticancerígenas, antioxidantes y otras actividades asociadas de las nanopartículas bacteriogénicas. Al ser más biocompatibles y eficaces, las nanopartículas generadas por probióticos se pueden explorar como nuevos nutraceuticos por

su capacidad para garantizar la liberación sostenida y la biodisponibilidad de los ingredientes bioactivos cargados para el diagnóstico, la administración dirigida de fármacos y la terapia. (Ghosh, 2022)

La administración medicinal del gel de Aloe vera se ha vuelto prometedora en aplicaciones farmacéuticas y cosméticas particularmente con el desarrollo del concepto de nanotecnología. Hoy en día, el tratamiento eficaz de *H. pylori* es un problema mundial; por lo tanto, el desarrollo de productos naturales con nanopolímeros como las nanopartículas de quitosano (CSNPs) podría representar una estrategia novedosa para el tratamiento de la infección gástrica por *H. pylori*. El análisis HPLC del gel de A. vera indicó la presencia de ácido clorogénico como componente principal (1637,09 µg/mL) con otros compuestos pirocatecol (1637,09 µg/mL), catequina (1552,92 µg/mL), naringenina (528,78 µg/mL), rutina (194,39 µg/ml), quercetina (295,25 µg/ml) y ácido cinámico (37,50 µg/ml). Los CSNP y el gel de A. vera incorporados con CSNP se examinaron mediante TEM, lo que indica tamaños medios de 83,46 nm y 36,54 nm, respectivamente. Los espectros FTIR mostraron varios y diferentes grupos funcionales en CSNP, gel de A. vera y gel de A. vera incorporados con CSNP. Se inhibieron dos cepas de *H. pylori* usando gel de A. vera con

zonas de inhibición de 16 y 16,5 mm, mientras que el gel de *A. vera* incorporado con CSNP exhibió las zonas de inhibición más altas de 28 y 30 mm con cepas resistentes y sensibles, respectivamente. La concentración mínima inhibitoria (MIC) fue de 15,62 y 3,9 $\mu\text{g/mL}$, mientras que la concentración mínima bactericida (MBC) fue de 15,60 y 7,8 $\mu\text{g/mL}$ con índices MBC/MIC 1 y 2 usando gel de *A. vera* y gel de *A. vera* incorporado con CSNPs, respectivamente, contra la cepa de resistencia. La eliminación de DPPH (%) de la actividad antioxidante mostró una IC₅₀ de 138,82 $\mu\text{g/mL}$ usando extracto de gel de *A. vera*, y de 81,7 $\mu\text{g/mL}$ cuando se incorporó gel de *A. vera* con CSNP. El gel de *A. vera* incorporado con CSNP mejoró la inhibición de la hemólisis (%) en comparación con el uso del gel de *A. vera* solo. Los estudios de acoplamiento molecular a través de la interacción del ácido clorogénico y el pirocatecol como componentes principales del gel de *A. vera* y los CSNP con la estructura cristalina de la proteína *H. pylori* (4HI0) respaldaron los resultados de anti-*H. pylori*. (Yahya, 2022)

Antecedentes: Los aceites esenciales (AE) son sustancias naturales que sirven como fuente de compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y antimicrobianas. **Objetivo:** Este objetivo es comprender la propiedad intelectual relacionada con

los documentos de patente sobre OE y nanotecnología. Métodos: La curva de crecimiento de la nanotecnología aplicada a las OE demostró que el período de 2015 a 2017 fue el más destacado, con un pico en 2016. China es el país dominante, principalmente a través de la investigación desarrollada en el área académica. Resultados: El área de la industria de alimentos presentó el mayor número de patentes presentadas, destacándose la línea de conservación. Se usaron preferentemente aceite esencial de jengibre, quitosano y Tween 80 como núcleo, material de pared y emulsionante, respectivamente. En el mercado, el uso de AE está más asociado a la industria farmacéutica/cosmética. Además, el mercado de la industria alimentaria apuesta más por productos basados en nanocápsulas de aceite de cáñamo. Conclusión: la nanotecnología de EO es prometedora para el desarrollo de sistemas alimentarios sostenibles. Sin embargo, esta nanotecnología en Brasil aún no ha avanzado lo suficiente en la industria de alimentos, aunque existen incentivos gubernamentales que pueden cambiar este paradigma en el futuro. El perfil de los documentos de patente y los productos en el mercado difieren entre la aplicación y los tipos de aceites. Además, existe una brecha entre el volumen de documentos de patente investigados y la transferencia de tecnología al sector

comercial, pero esta constitución podría explorarse mejor, dadas las propiedades de las OE. (Oliveira, 2022)

Las propiedades y aplicaciones únicas de la nanotecnología en la administración de fármacos, cosméticos, tejidos, tratamiento de agua y envasado de alimentos han recibido una mayor atención en las últimas dos décadas. La aplicación de nanopartículas en medicina está evolucionando rápidamente, lo que requiere una investigación cuidadosa de la toxicidad antes del uso clínico. El quitosano, un derivado del polisacárido natural quitina, se ha vuelto cada vez más relevante en la medicina moderna debido a sus propiedades únicas como nanopartícula. El quitosano ya se usa ampliamente como aditivo alimentario y en envases de alimentos, vendajes y apósitos para heridas. Por lo tanto, con una aplicación cada vez mayor en todo el mundo, la evaluación de la citotoxicidad de las nanopartículas preparadas a partir de quitosano es de gran interés. El propósito de esta revisión es proporcionar un estado actualizado de los estudios de citotoxicidad que analizan la seguridad de las nanopartículas de quitosano utilizadas en la investigación biomédica. Una búsqueda en Ovid Medline del 23 de marzo de 1998 al 4 de enero de 2022, con la combinación de las palabras de búsqueda Chitosan o quitosano, nanopartícula o nanopartícula o nanoesfera o nanocápsula o nanocápsula,

toxicología o tóxico o citotóxico y mucosa o membrana mucosa dio como resultado una total de 88 artículos. Después de revisar todos los artículos, se excluyeron aquellos que involucraban nanopartículas no orgánicas y ensayos de citotoxicidad realizados exclusivamente en nanopartículas con efecto antitumoral (es decir, que tienen efecto citotóxico), lo que resultó en 70 artículos. En general, las nanopartículas de quitosano incluidas en esta revisión parecen expresar una baja citotoxicidad independientemente de la composición de las partículas o del ensayo de citotoxicidad y la línea celular utilizada para la prueba. No obstante, se recomienda que todos los nuevos derivados y composiciones de quitosano se sometan a una cuidadosa caracterización y evaluación de citotoxicidad antes de su implementación en el mercado. (Frigaard, 2022)

El estado actual de controversia en torno al uso de determinados conservantes en los productos cosméticos hace necesaria la búsqueda de nuevas alternativas ecológicas y libres de efectos adversos para los usuarios. En nuestro estudio, dos terpenos naturales diferentes, Carvacrol y Eugenol, se encapsularon en nanopartículas de quitosano en diferentes proporciones de quitosano:terpeno. Las nanopartículas se caracterizaron por DLS y TEM mostrando un tamaño de partícula máximo de 100 nm. Se evaluaron la estructura química, las propiedades térmicas

y el perfil de liberación de los terpenos, mostrando una protección exitosa del terpeno en la matriz de quitosano. Se observaron dos perfiles de liberación diferentes, mostrando un perfil de liberación más rápido en el caso de Eugenol. Las propiedades antimicrobianas de las nanopartículas se evaluaron frente a los contaminantes microbianos típicos que se encuentran en los productos cosméticos, mostrando propiedades antimicrobianas más altas con la encapsulación de terpenos con quitosano. Además, se formuló una crema humectante natural inoculada con los microorganismos antes mencionados con nanopartículas de Carvacrol-quitosano y nanopartículas de Eugenol-quitosano para evaluar la eficacia conservante, indicando una mayor eficacia conservante con el uso de nanopartículas de Eugenol-quitosano. (Mondéjar-López, 2022)

El cuidado y tratamiento del cabello ha evolucionado significativamente a lo largo de los años a medida que se exploran continuamente nuevas formulaciones en un intento de satisfacer la demanda en los campos de la cosmética y la medicina. Mientras que los procedimientos estándar para el cuidado del cabello incluyen el lavado del cabello, destinado a la limpieza y el mantenimiento del cabello, así como formulaciones de teñido y decoloración del cabello para embellecer el cabello, los tratamientos capilares modernos se

centran principalmente en evitar las condiciones de pérdida del cabello, fortalecer las propiedades del folículo piloso y tratar las infestaciones del cabello. En este sentido, los compuestos activos (AC) incluidos en las formulaciones cosméticas para el cabello incluyen una amplia gama de moléculas de limpieza y tinte para el cabello, y los tratamientos capilares típicos incluyen AC anticaída (p. ej., minoxidil y finasteride) y AC antipiojos (p. ej., permetrina). Sin embargo, aún persisten varios desafíos, ya que las formulaciones de CA convencionales exhiben un rendimiento subóptimo y algunas pueden presentar problemas de toxicidad, lo que exige un diseño mejorado de las formulaciones con respecto a la eficacia y la seguridad. Más recientemente, las estrategias basadas en nano que abarcan nanomateriales han surgido como enfoques personalizados prometedores para mejorar el rendimiento de los AC incorporados en las formulaciones de tratamientos y cosméticos para el cabello. El interés en el uso de estos nanomateriales se basa en su capacidad para: (1) aumentar la estabilidad, seguridad y biocompatibilidad de los AC; (2) maximizar la afinidad, el contacto y la retención del cabello, actuando como biointerfaces versátiles; (3) permitir la liberación controlada de CA tanto en el cabello como en el cuero cabelludo, sirviendo como reservorios prolongados de CA; además de ofrecer (4) funciones

de orientación del folículo piloso que atienden a la posibilidad de ajuste de la superficie. Esta revisión cubre el avance de los nanomateriales para la cosmética capilar y el tratamiento capilar, centrándose en los nanomateriales orgánicos (nanopartículas de base polimérica y lipídica) y los nanomateriales inorgánicos (nanoláminas, nanotubos y nanopartículas inorgánicas), así como sus aplicaciones, destacando su potencial como innovadores nanomateriales multifuncionales para maximizar el cuidado y el tratamiento del cabello. Declaración de importancia: este manuscrito se centra en la revisión de las estrategias nanotecnológicas investigadas hasta el momento para el cuidado y tratamiento del cabello. Si bien las formulaciones convencionales exhiben un rendimiento subóptimo y algunas pueden presentar problemas de toxicidad, la selección de sistemas de nanoadministración mejorados y adecuados es de suma importancia para garantizar una liberación adecuada del ingrediente activo tanto en el cabello como en el cuero cabelludo, maximizar la afinidad, el contacto y la retención del cabello, y proporcionar características de focalización en el folículo piloso, lo que garantiza estabilidad, eficacia y seguridad. Este manuscrito innovador destaca las ventajas de los enfoques basados en la nanotecnología, particularmente como biointerfaces ajustables y versátiles, y sus aplicaciones como

nanomateriales multifuncionales innovadores para maximizar el cuidado y el tratamiento del cabello. (Pereira-Silva, 2022)

El uso de nanoportadores para administrar medicamentos terapéuticos a la piel no es nuevo; ya se han desarrollado varios productos para tratar diversas lesiones y problemas de la piel, como la dermatitis atópica, el cáncer de piel, las quemaduras y la cicatrización de heridas, y la radiación ultravioleta. Algunos nanotransportadores comúnmente utilizados para productos cosmecéuticos son sistemas vesiculares como liposomas y niosomas, nanopartículas lipídicas sólidas, nanoemulsiones, nanopartículas poliméricas, dendrímeros, cubosomas y nanocristales. La nanoencapsulación de cosmecéuticos activos en vehículos basados en polímeros naturales ayuda a controlar la liberación de los ingredientes activos y a mantener la hidratación de la piel. Estos cosmecéuticos también son más aceptables para los consumidores que los productos cosméticos convencionales que se basan en materiales sintéticos. Los polímeros son fundamentales para el avance de varios sistemas de administración de fármacos, ya que modulan la liberación controlada de los ingredientes activos y son adaptables a fármacos tanto hidrofílicos como lipofílicos. Los enfoques para la administración de cosmecéuticos no son diferentes de la tecnología central de administración de medicamentos, lo que

significa que los polímeros son parte integral de sus formulaciones. Los polímeros naturales, debido a su biodegradabilidad, biocompatibilidad y propiedades ajustables, son vehículos atractivos para varios productos cosmecéuticos. Este capítulo trata sobre algunos polímeros naturales emergentes que se utilizan como nanoportadores, incluidos la nanocelulosa, el quitosano, el dextrano, el alginato, el ulván, el colágeno, las nanofibrillas de quitina y el ácido hialurónico. (Pachuaui, 2022)

El quitosano se ha convertido en el biopolímero reciclable, no peligroso y ecológico más conocido y disponible en abundancia después de la celulosa con varias aplicaciones biomédicas, agrícolas y de tratamiento de aguas residuales ventajosas. A medida que avanzaba la nanotecnología, los investigadores comenzaron a incorporar compuestos de carbono a base de quitosano en varios compuestos, elementos y materiales carbonosos para aumentar su eficiencia y biocompatibilidad. Los compuestos de carbono de quitosano también se han utilizado directamente en muchas aplicaciones debido a sus características inherentes quelantes y antibacterianas y la presencia de grupos funcionales personalizables. Esta revisión analiza ampliamente las propiedades y la síntesis del quitosano y el compuesto de quitosano. También discute la modificación del quitosano con diferentes compuestos, metales, materiales

carbonosos y residuos agrícolas para permitir su uso a escala industrial. Se analizan brevemente los avances recientes en el uso del quitosano en la biomedicina, la gestión de residuos agrícolas, la agricultura, el tratamiento de aguas residuales y algunas otras aplicaciones (como el envasado de alimentos, los cosméticos y el sector textil y del papel). Además, este análisis revela que el quitosano y sus materiales compuestos son productos potenciales y de bajo costo para la limpieza ambiental que se pueden fabricar con procedimientos de fabricación básicos. (Chadha, 2022)

El envejecimiento de la piel es el proceso biológico progresivo caracterizado generalmente por la aparición de arrugas, manchas de la edad, flacidez de la piel y sequedad. Dado que la piel es una parte esencial de la apariencia física, esto ha llevado a una mayor preocupación por el cuidado de la piel. Los productos antienvjecimiento ayudan a mejorar la calidad y la salud de la piel al nutrirla. Sin embargo, debido al gran tamaño de las partículas, son menos eficaces. Los enfoques nanotecnológicos para productos antienvjecimiento tópicos tienen un efecto significativo en el rendimiento del producto. Las nanopartículas lipídicas, poliméricas y metálicas han mostrado ventajas potenciales como mayor estabilidad y eficacia debido a su tamaño más pequeño. Los excipientes utilizados en estas

nanoformulaciones juegan un papel importante en la mejora de la eficacia y la vida útil del producto. La selección óptima de excipientes juega un papel importante en el enfoque de nanoformulación por su mayor eficacia y estabilidad. Durante las últimas tres décadas, los ingredientes de origen natural para formulaciones cosméticas han sido ampliamente reconocidos por ser seguros y menos tóxicos. El objetivo de este artículo es revisar las nanoformulaciones utilizadas en antienvjecimiento junto con los posibles excipientes utilizados, las formulaciones comercializadas actualmente y las patentes registradas para uso cosmético. También se han destacado las actualizaciones recientes relacionadas con los aspectos normativos de los nanocosméticos. (Basudkar, 2022)

El estado actual de controversia en torno al uso de determinados conservantes en los productos cosméticos hace necesaria la búsqueda de nuevas alternativas ecológicas y libres de efectos adversos para los usuarios. En nuestro estudio, el terpeno natural timoquinona se encapsuló en nanopartículas de quitosano. Las nanopartículas se caracterizaron por DLS y TEM, mostrando un tamaño de partícula de 20 nm. Se evaluaron la estructura química, las propiedades térmicas y el perfil de liberación de la timoquinona y mostraron una estabilización exitosa y una liberación sostenida de terpenos. Las propiedades

antimicrobianas de las nanopartículas se evaluaron frente a los contaminantes microbianos típicos que se encuentran en los productos cosméticos, mostrando altas propiedades antimicrobianas. Además, se formuló una crema hidratante natural inoculada con los microorganismos antes mencionados con nanopartículas de timoquinona-quitosano para evaluar la eficacia conservante, lo que indica su prometedor uso como conservante en cosméticos. (Mondéjar-López, 2022)

En los últimos años, se han hecho varios intentos de reemplazar productos petroquímicos con componentes renovables y biodegradables. La parte más desafiante de este enfoque es obtener materiales de base biológica con propiedades y funciones equivalentes a las de los productos sintéticos. Varios polímeros naturales como el almidón, el colágeno, el alginato, la celulosa y la quitina representan candidatos atractivos, ya que podrían reducir la dependencia de los productos sintéticos y, en consecuencia, tener un impacto positivo en el medio ambiente. El quitosano también es un polímero de base biológica único con excelentes propiedades intrínsecas. Es conocido por sus propiedades antibacterianas y formadoras de películas, tiene una alta resistencia mecánica y una buena estabilidad térmica. La nanotecnología también ha aplicado materiales a base de quitosano en sus logros más recientes. Por lo tanto, se han

desarrollado numerosos bionanocompuestos a base de quitosano con características físicas y químicas mejoradas en un enfoque ecológico y rentable. Esta revisión analiza varias fuentes de quitosano, sus propiedades y métodos de modificación. Además, este trabajo se centra en diversas técnicas de preparación de bionanocompuestos basados en quitosano y su emergente aplicación en diversos sectores. Además, esta revisión arroja luz sobre el alcance de la investigación futura con algunos inconvenientes y desafíos para motivar a los investigadores para futuros trabajos de investigación sobresalientes. (Azmana, 2021)

Los estudios sobre las bioactividades de numerosos aceites esenciales (EO) y compuestos de extractos de hierbas contra enfermedades son cruciales. El desarrollo de métodos de microencapsulación podría ser una alternativa para obtener compuestos bioactivos para usos cosméticos y farmacéuticos. En este estudio, realizamos una revisión de la literatura de 219 503 artículos de datos utilizando las bases de datos ScienceDirect, Redalyc, Web of Science, Scopus, SciELO y Google Scholar en inglés y español, luego de la inclusión (artículos originales, capítulos de libros y referencias teóricas).) y criterios de exclusión (descripción de marcos), encontramos 1854 que restringen los años de publicación entre 2004 y agosto de 2020 y 35 artículos relevantes con nuestro alcance de

investigación. Las referencias encontradas contenían una colección de métodos que podrían utilizarse para crear microcápsulas, incluida la coacervación, la extrusión, la polimerización y el secado por aspersión. Este artículo analizó las técnicas de microencapsulación más recientes y avanzadas y sus aplicaciones en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica. Los extractos de hierbas y los aceites esenciales tienen muchas aplicaciones, según los materiales de la pared y los métodos de microencapsulación que podrían ayudar a conocer la liberación selectiva y la eficacia para garantizar una dosificación óptima y otras ventajas; mejorando así la rentabilidad de estos fabricantes de productos. (Mejía-Argueta, 2021)

La nanotecnología es de gran importancia para el desarrollo de nuevos medicamentos y formulaciones cosméticas. Cuando se aplican a los cosméticos, los sistemas de nanoportadores pueden prevenir la irritación de la piel y, en el caso de los protectores solares, pueden mejorar la fotoprotección al mejorar la fotoestabilidad. Los liposomas se consideran una alternativa prometedora por llevar diferentes principios activos, con las ventajas de biocompatibilidad y baja toxicidad. Sin embargo, tienen una baja estabilidad, lo que puede provocar fugas de las sustancias encapsuladas, por lo que es necesario encontrar

formas de superar esta limitación. En este trabajo se desarrollaron liposomas recubiertos con el polímero catiónico quitosano para encapsular metoxicinamato de octilo, un filtro solar UVB, para obtener sistemas con buena estabilidad y potencial de aplicación en formulaciones fotoprotectoras. Los sistemas se obtuvieron a partir de la incorporación de metoxicinamato de octilo (OMC) en una predispersión comercial de lípidos (Phosal® 53 MCT) y polisorbato 80 (Tween® 80), en la que se obtuvieron las mejores proporciones de lípido y surfactante para la encapsulación de OMC. establecido mediante la evaluación de la distribución de tamaño promedio, el índice de polidispersidad (PDI) y la estabilidad de los liposomas en el tiempo, utilizando la técnica de dispersión de luz dinámica (DLS). Obtuvimos un sistema liposomal con buena estabilidad (S1T1), con un perfil de distribución de tamaño con poblaciones predominantes alrededor de 110 y 510 nm y PDI promedio de 0.39. El sistema S1T1 se recubrió con quitosano de bajo peso molecular, y las estructuras recubiertas y sin recubrir (S1T1-Q y S1T1), respectivamente, también se evaluaron mediante medición de potencial zeta (ZP), microscopía de fuerza atómica (AFM) y microscopía electrónica de transmisión (TEM) para determinar el efecto del recubrimiento. Se determinó el factor de protección solar (SPF)

y se realizaron ensayos de liberación in vitro y citotoxicidad in vitro para formulaciones que contenían S1T1 y S1T1-Q. Los resultados demostraron que las formulaciones que contenían los liposomas recubiertos eran eficientes y adecuadas para aplicación tópica, además de presentar buena estabilidad y mejor perfil de liberación. (Castro, 2021)

Los materiales a base de quitina y quitosano se han utilizado cada vez más en varios avances científicos específicamente en el campo de la nanotecnología por su potencial terapéutico. Son polisacáridos biopoliméricos con capacidades estructurales superiores para producir nuevas propiedades y funciones, y han encontrado una amplia aplicación en el campo biomédico. Además, su uso se ha investigado cada vez más para la administración de fármacos y genes para producir nanotransportadores diseñados y para permitir técnicas de microencapsulación. Además, todos los nuevos desarrollos que probablemente tengan nuevos conceptos de diseño exhiben dimensiones básicas y características de liberación de fármacos de dichos nanomateriales. En resumen, el quitosano es uno de los biomateriales mejor estudiados. Este capítulo incluye una breve historia de la quitina y presenta la síntesis y el diseño de nanomateriales de quitina y quitosano. Este capítulo también revisa las aplicaciones en desarrollo de la quitina y el quitosano

en la ingeniería de tejidos (cicatrización de heridas y huesos), purificación de agua, cosméticos y actividad bactericida. (Badar, 2021)

La nanocelulosa bacteriana (BNC) se ha convertido en un biomaterial de considerable importancia en varios sectores industriales debido a sus notables características físico-químicas y biológicas. Los altos gastos de capital, los costos de fabricación y la escasez de algunos métodos bien escalables, todo lo cual conduce a una baja producción de BNC a escala comercial, son las principales barreras que deben abordarse. Los avances en los métodos de producción, incluidas las tecnologías de biorreactores, las tecnologías de lotes alimentados semicontinuos e intermitentes estáticos, y los sustratos de desembolso innovadores, pueden superar los desafíos de la producción de BNC a escala industrial. La novedad de esta revisión es que destaca las posibilidades de modificación genética en la producción de BNC para superar los impedimentos existentes y abrir rutas viables para la producción a gran escala, adecuadas para aplicaciones en el mundo real. Esta revisión se centra en varias rutas de producción de BNC, sus propiedades y aplicaciones, especialmente el gran avance en las industrias de alimentos, cuidado personal, biomédica y electrónica. (Philip, 2021)

Durante las últimas décadas, ha habido un crecimiento evidente en el desarrollo y fabricación de materiales nanoestructurados debido a su amplia aplicación en diferentes campos de la ciencia e ingeniería de materiales. Entre todos estos materiales, los hidrogeles basados en polímeros naturales, como polisacáridos, proteínas, lípidos, etc., están ganando una atención significativa en el campo de la nanotecnología. Entre ellos, los hidrogeles de quitosano son ampliamente utilizados. Estos son polímeros hidrofílicos reticulados que facilitan la absorción de una cantidad significativa de agua sin disolverse en agua. Son de naturaleza hidrófila, antimicrobianos, principalmente necesarios para la fabricación de nuevos biomateriales. Son química y físicamente firmes, suaves, de red polimérica elástica, reutilizables y de naturaleza multifuncional. El quitosano tiene amplias propiedades que incluyen características eléctricas, fototérmicas, catálisis, características antimicrobianas, degradación de fármacos, eliminación de contaminantes; la biodetección, etc. lo convierten en lo último en material de nanoestructura "inteligente". Recientemente, el avance en las aplicaciones del quitosano lo ha convertido en un material de investigación apreciable entre los investigadores. En esta revisión nos centraremos en las propiedades y aplicaciones del quitosano como material inteligente en configuraciones de

sensores en varios campos como el análisis clínico y ambiental.
(Annu, 2020)

Antecedentes: La quitina ocupa el segundo lugar, después de la celulosa, como el polisacárido más abundante en el mundo. La quitina se encuentra naturalmente en ambientes marinos, ya que es un componente estructural crucial de varios organismos marinos. **Métodos:** Se pueden descubrir diferentes cantidades de desechos de quitina y quitosano en el medio ambiente. Los microbios productores de quitinasa ayudan a hidrolizar los desechos de quitina para desempeñar una función esencial en la eliminación de la contaminación por quitina en la atmósfera marina. La quitina se puede convertir mediante el uso de métodos químicos y biológicos en un derivado destacado del quitosano. Numerosas bacterias tienen naturalmente la capacidad de degradar la quitina. **Resultados:** la quitina se muestra prometedora en términos de biocompatibilidad, baja toxicidad, biodegradabilidad completa, no toxicidad y capacidad de formación de película. La aplicación de estos polímeros en los diferentes sectores biomédico, alimentario, agrícola, cosmético, farmacéutico podría ser lucrativa. Además, el logro más reciente en nanotecnología se basa en materiales a base de quitina y quitosano. **Conclusión:** En esta revisión, examinamos la quitina en términos de sus fuentes naturales y diferentes

métodos de extracción, microbios productores de quitinasa y quitina, quitosano junto con sus derivados para uso en aplicaciones biomédicas y agrícolas. (Shahbaz, 2020)

La fabricación de nanopartículas de quitosano cargadas con aceite esencial utilizando la técnica de electropulverización parece ser una estrategia novedosa para desarrollar nanopartículas térmicamente estables que posean una mayor eficiencia de encapsulación y estabilidad de partículas. Este estudio tiene como objetivo fabricar nanopartículas de quitosano (CNP) cargadas con aceite esencial de *Origanum vulgare* (OEO, *Origanum vulgare* L.) en diferentes proporciones (OEO/CH proporciones de 0:1, 0.0625:1, 0.125:1, 0.25:1 y 0.5 :1 mL/g) utilizando la técnica de electropulverización. Los CNP se caracterizaron en términos de tamaño de partícula y estabilidad (dispersión dinámica de la luz), eficiencia de encapsulación (espectrofotometría), molecular (espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier), térmica (calorimetría diferencial de barrido/análisis termogravimétrico), morfológica (microscopía electrónica de barrido) y propiedades antifúngicas (método de dilución en agar) y fungistáticas. Los tamaños de partícula medios de los CNP oscilaron entre 290 y 483 nm con una morfología esférica. Se observó que las características de la superficie cargada positivamente aumentaban con el incremento

de la concentración de OEO en los CNP. Los valores de eficiencia de encapsulación se determinaron en el rango de 70,1 y 79,6%. Los análisis moleculares y térmicos revelaron una encapsulación muy decente de OEO en nanopartículas de quitosano térmicamente estables. El análisis morfológico verificó las formas esféricas de estas nanopartículas. Sobre todo, la eficacia antifúngica de OEO contra *Alternaria alternata* AY1 podría aumentar significativamente ($p < 0,05$) mediante su encapsulación en nanopartículas de quitosano fabricadas mediante la técnica de electropulverización. En consecuencia, se puede afirmar que la técnica de electropulverización desarrollada es capaz de fabricar nanopartículas térmicamente estables que poseen una mayor eficiencia de encapsulación y estabilidad de partículas. Los resultados y hallazgos sugieren que la técnica de electropulverización sería un método prometedor para fabricar nanopartículas a base de quitosano como agente antimicrobiano para controlar su liberación con un efecto conservante prolongado en aplicaciones cosméticas, farmacéuticas y alimentarias para formas de dosificación ajustables. Relevancia industrial: Los agentes fúngicos como *Alternaria alternata* causan grandes daños en las frutas y hortalizas frescas poscosecha, lo que genera una gran pérdida económica. Por lo tanto, se han propuesto previamente una gran

variedad de métodos para luchar contra la enfermedad. Hoy en día, los métodos punteros más efectivos para luchar contra las enfermedades de las plantas son los aplicados con fungicidas sintéticos para minimizar dichas pérdidas en frutas y hortalizas postcosecha. Sin embargo, el uso intensivo e inconsciente de los fungicidas lleva a los patógenos a desarrollar resistencia contra estos agentes, así como a la acumulación de residuos químicos en el suelo, agua y aire y finalmente a la formación de efectos cancerígenos en la salud humana. Hoy en día, se está realizando un gran esfuerzo para desarrollar nuevos agentes antimicrobianos biodegradables y naturales para luchar contra el deterioro por hongos en los productos poscosecha. Los aceites esenciales se encuentran entre los métodos naturales de lucha más utilizados. Los aceites esenciales obtenidos de plantas se han utilizado ampliamente ya que son agentes antimicrobianos naturales. Sin embargo, no se pueden usar de manera efectiva a pesar de sus amplias aplicaciones. Recientemente, algunas investigaciones en el campo de la nanotecnología han demostrado que la eficacia de las sustancias activas podría incrementarse mediante el uso de algunas técnicas. En este sentido, nuestro objetivo era desarrollar sistemas de suministro de nanopartículas de quitosano cargadas con aceite esencial utilizando un sistema de deposición por electropulverización

para prevenir la colonización de hongos en alimentos y materiales vegetales. Al aumentar la eficacia antifúngica de los aceites esenciales mediante su encapsulación en nanopartículas, será posible disminuir los niveles de dosis aplicada regularmente y reflejar los resultados obtenidos en la industria alimentaria y agrícola. Este estudio es el primer ejemplo de producción de nanopartículas cargadas de aceite esencial utilizando el proceso hidrodinámico de electropulverización y mostró que la encapsulación del aceite esencial de orégano en nanopartículas basadas en quitosano (CNP) mediante el uso de la técnica de deposición por electropulverización aumentó considerablemente la eficacia antifúngica del aceite esencial de *Origanum vulgare*. Nuestros resultados resaltan el uso potencial de las nanopartículas de quitosano (CNP) cargadas con diferentes cantidades de *Origanum vulgare* en la industria alimentaria y agrícola como un material fungicida efectivo contra *Alternaria alternata*, lo que sugiere que las CNP pueden ser herramientas prometedoras para competir con las contrapartes de fungicidas sintéticos y limitar uso de sintéticos para combatir patógenos de alimentos y plantas. Por lo tanto, los resultados de este estudio deberían ser de gran importancia para las aplicaciones industriales en términos de desarrollo de conservantes naturales pero efectivos como alternativa a los

sintéticos. En este sentido, los CNP encontrarían una gran área de aplicación industrial en la industria agroalimentaria que busca conservantes naturales debido a los recientes problemas de salud. (Yilmaz, 2019)

Los cosmeceúticos son productos emergentes innovadores que ayudan a la salud y la belleza que combinan los beneficios de los ingredientes activos cosméticos y, a menudo, soluciones tecnológicas innovadoras de formulación y entrega. Durante décadas, los fitocompuestos se han utilizado en cosmética como protector solar, hidratante, antienvjecimiento y terapia basada en la piel. En comparación con los ingredientes cosméticos sintéticos, los fitocompuestos son generalmente más suaves, tienen un perfil de toxicidad más favorable y son biodegradables. Las principales preocupaciones en el uso de fitocompuestos son su baja solubilidad, baja penetración e inestabilidad fisicoquímica cuando se aplican sobre la piel. Para superar estos problemas, se han propuesto diferentes sistemas basados en nanotecnología y algunos de ellos ya están en el mercado. Las nanotecnologías pueden mejorar la solubilidad de los compuestos poco solubles en agua, facilitar la penetración en la piel y aumentar su estabilidad frente a la luz y la temperatura. Los liposomas, las nanopartículas de lípidos sólidos, los transfersomas, los etosomas, los transportadores de lípidos

nanoestructurados y las ciclodextrinas son ejemplos de sistemas basados en nanotecnología que se utilizan actualmente para mejorar el rendimiento de los fitocompuestos en el cuidado de la piel. Esta revisión se enfoca en los cosmeceúticos que exploran los sistemas basados en nanotecnología para la entrega de fitocompuestos y enfatiza cómo estos enfoques pueden mejorar el desempeño del producto con respecto a las formulaciones cosméticas convencionales. (Puglia, 2019)

Los derivados del quitosano (CS) se utilizan ampliamente en diversas aplicaciones biomédicas debido a sus propiedades únicas como biocompatibilidad, mucoadhesión, no toxicidad y capacidad para formar geles. Además, son candidatos adecuados para fabricar películas, tabletas y sistemas basados en nanotecnología que tienen la posibilidad de producción comercial, así como escalamiento industrial. CS tiene una baja solubilidad a pH fisiológico ($> 6,0$), lo que limita su aplicación en sistemas que necesitan una mayor solubilidad y velocidad de liberación del fármaco. Otro inconveniente de CS es su rápida adsorción de agua y su alto grado de hinchamiento en medios acuosos, lo que puede provocar una rápida liberación del fármaco. La modificación química de dos grupos hidroxilo y uno amino existentes en las cadenas CS usando los restos carboximetilo alterará las propiedades CS. La solubilidad en

agua del carboximetilquitosano (CMC) en varios entornos de pH se rige por el grado de carboximetilación. Los derivados de CMC pueden interactuar con las células, lo que da como resultado con éxito el crecimiento celular/regeneración de tejidos y la cicatrización de heridas. También se emplean en la producción de cosméticos debido a sus características de absorción-retención de humedad, antimicrobianas y estabilizadoras de emulsión. Este trabajo destacará las aplicaciones más recientes de los derivados de CMC con actividades biológicas antimicrobianas, anticancerígenas, antitumorales, antioxidantes y antifúngicas en diversas áreas como la cicatrización de heridas, la ingeniería de tejidos, la administración de fármacos/enzimas, la bioimagen y la cosmética. (Shariatinia, 2018)

La quitina es uno de los polímeros naturales más abundantes en el mundo y se utiliza para la producción de quitosano por desacetilación. El quitosano no es tóxico y es biodegradable y, por lo tanto, puede usarse como biomaterial y para la construcción de sistemas de administración de fármacos. Sin embargo, la escasa solubilidad del quitosano en medios neutros o alcalinizados ha restringido sus aplicaciones en el campo farmacéutico y biomédico. El quitosano se puede carboximetilar fácilmente para mejorar su solubilidad en medios acuosos

mientras se conservan su biodegradabilidad y biocompatibilidad. Los carboximetilquitosanos muestran una solubilidad mejorada en medios acuosos, lo que los convierte en una fuente alternativa atractiva para producir biomateriales y sistemas de administración de fármacos, así como para diseñar sistemas basados en nanotecnología. Por lo tanto, los materiales basados en carboximetilquitosano tienen una amplia aplicabilidad y un buen potencial en el desarrollo de nanodispositivos biomédicos y formulaciones de fármacos de liberación controlada. Esta revisión resume las preparaciones y las propiedades de los materiales a base de quitosano hidrofílico, como nanopartículas, micropartículas, tabletas y películas, así como los procedimientos relacionados con diversas aplicaciones prácticas. (Fonseca-Santos, 2017)

La quitina es un polisacárido largo no ramificado, compuesto de N-acetilglucosamina unida a β -1,4 que forma una estructura cristalina parecida a una fibra. Está presente en las paredes celulares de hongos, cutículas de insectos y crustáceos, cáscaras de huevo de nematodos y quistes de protozoos. Proporcionamos una evaluación crítica sobre las modificaciones químicas de la quitina y sus derivados en el contexto de su eficacia mejorada en aplicaciones médicas sin ningún efecto secundario. Los avances recientes en nanobiotecnología han ayudado a sintetizar varios

derivados de quitina que tienen importantes aplicaciones biológicas. Aquí, analizamos la diversidad molecular de la quitina y sus aplicaciones en la inmovilización de enzimas, la cicatrización de heridas, el material de envasado, la liberación controlada de fármacos, las imágenes biomédicas, la terapia génica, la agricultura, los biosensores y los cosméticos. Asimismo, destacamos la quitina y sus derivados como antioxidante, agente antimicrobiano, material anticoagulante, aditivo alimentario y agente hipocolesterolémico. Prevedemos que los nanomateriales basados en quitina y quitosano con sus aplicaciones potenciales aumentarían las industrias biomédicas y de nanobiotecnología. (Khan, 2017)

Las nanoemulsiones de aceite en agua (O/W) estables y biodegradables pueden tener un gran impacto en una amplia gama de bioaplicaciones, desde alimentos hasta cosméticos y productos farmacéuticos. Las emulsiones, sin embargo, son sistemas inmiscibles e inestables en el tiempo; Se sabe que los recubrimientos poliméricos son útiles, pero aún no se ha diseñado un procedimiento eficaz para estabilizar las nanoemulsiones O/W monodispersas y biodegradables. Aquí, recubrimos nanoemulsiones O/W biodegradables con una capa molecular de polielectrolitos biodegradables, como polisacáridos, como el quitosano, y polipéptidos, como la

polilisina, y redispersamos y densificamos de manera efectiva el recubrimiento de polímero a alta presión, obteniendo así monodispersos y estables. sistemas En particular, centrándonos en el quitosano, nuestras pruebas muestran que es posible obtener nanoemulsiones secundarias O/W ultraestables sin precedentes (tamaños de diámetro ajustables de ~80 a 160 nm e índices de polidispersión por debajo de 0,1) combinando este proceso con altas concentraciones de polímeros. Dependiendo de la concentración de polímero, es posible controlar el nivel de recubrimiento que da como resultado una estabilidad ajustable que va desde unas pocas semanas hasta varios meses. El rango de concentraciones anterior se ha investigado utilizando un enfoque basado en la fluorescencia con nuevos conocimientos sobre la evolución del recubrimiento. (Vecchione, 2014)

La utilización de nanopartículas metálicas en diversas aplicaciones biotecnológicas y médicas representa una de las áreas más investigadas de la ciencia de los materiales y la nanotecnología actuales. Los nanocables multifuncionales diseñados como nuevas herramientas de biodetección para la detección altamente sensible y los biosensores como herramientas innovadoras para la detección de patógenos transmitidos por los alimentos y la virología ambiental han sido bien documentados. Las aplicaciones avanzadas requieren la

funcionalización química adecuada de las nanopartículas con moléculas orgánicas o su incorporación en matrices poliméricas adecuadas, es decir, nanocompuestos. El material de nanocompuestos poliméricos es un producto innovador que tiene nanorellenos dispersos en la matriz de polímeros. Los nanocompuestos poliméricos han ganado mucho interés recientemente. El quitosano es un poderoso agente quelante, que forma fácilmente complejos con metales de transición y metales pesados y muestra actividad antimicrobiana. En nuestro trabajo anterior, hemos sintetizado nanocompuestos de quitosano/plata y evaluado sus propiedades antimicrobianas. Se encontró que el compuesto tiene una actividad antimicrobiana significativamente mayor que sus partículas componentes en sus respectivas concentraciones. Aunque se ha informado sobre la acción antibacteriana de los nanocompuestos, hay literatura limitada disponible sobre la actividad antifúngica de los nanocompuestos. El presente estudio explora la fabricación in situ de nanocompuestos de quitosano-metal en vista de sus crecientes aplicaciones como revestimiento antimicrobiano, apósito para heridas y materiales antibacterianos. Las nanopartículas de quitosano se prepararon mediante gelificación iónica entre quitosano y tripolifosfato de sodio. Se utilizaron sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) y acetato de

zinc como precursores para la síntesis de nanocompuestos de quitosano-cobre (Cu/Ch) y nanocompuestos de quitosano-zinc (Zn/Ch), respectivamente. La síntesis de nanocompuestos se confirmó mediante espectroscopía infrarroja transformada de Fourier (FTIR) y calorimetría diferencial de barrido (DSC). Los nanocompuestos sintetizados tienen un tamaño de partícula promedio de ~15 nm según lo observado por microscopía electrónica de transmisión (TEM). Los nanocompuestos de quitosano-metal mostraron una actividad antibacteriana significativa contra *Staphylococcus aureus* MTCC 1809, *Pseudomonas aeruginosa* MTCC 424 y *Salmonella enterica* MTCC 1253 *in vitro* que las nanopartículas componentes individualmente. También estudiamos la actividad antifúngica del complejo quitosano-metal mediante el método de porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio. Sorprendentemente, nuestros datos mostraron una excelente actividad antifúngica de todas las nanoformulaciones (quitosano, CuNPs, ZnNPs, Cu/Ch y Zn/Ch), especialmente nanocompuestos (Cu/Ch y Zn/Ch). Los estudios de citotoxicidad realizados en la línea celular Vero (línea celular de riñón de mono verde africano) revelaron una buena biocompatibilidad de los nanocompuestos en comparación con las nanopartículas metálicas. Hasta la fecha, este es el primer informe sobre el estudio de citotoxicidad de

nanocompuestos de quitosano-cobre y quitosano-ZnO. Por lo tanto, los resultados indican que los complejos de quitosano-metal pueden ser un candidato muy prometedor para nuevos agentes antimicrobianos para su aplicación en la industria cosmética, alimentaria, sanitaria y textil. (Chaudhury, 2017)

Antecedentes En los últimos 30 años, la nanotecnología ha evolucionado de forma espectacular. Ha captado el interés de una variedad de campos, desde la informática y la electrónica hasta la biología y la medicina. Los descubrimientos recientes han hecho cambios invaluable en las perspectivas futuras de la nanomedicina; e introdujo el concepto de teranóstica. Este término ofrece una modalidad 'dos en uno' específica para el paciente que comprende herramientas diagnósticas y terapéuticas. No solo la nanotecnología ha mostrado un gran impacto en las mejoras en la administración de fármacos y las técnicas de imagen, sino que también ha habido varios descubrimientos innovadores en la medicina regenerativa.

Objetivo La gastroenterología invita a un enfoque multidisciplinario debido a la alta complejidad del sistema gastrointestinal (GI); incluye médicos, cirujanos, radiólogos, farmacólogos y muchos más. En este artículo, nos concentramos en los desarrollos actuales en nano-gastroenterología. Métodos

La búsqueda de literatura se realizó utilizando los motores de

búsqueda Web of Science y Pubmed con términos: nanotecnología, nanomedicina y gastroenterología. La búsqueda de artículos se concentró en los desarrollos desde 2005. Resultados Hemos descrito enfoques originales e innovadores en la administración de fármacos gastrointestinales, enfermedades inflamatorias y tratamientos contra el cáncer. Aquí, hemos revisado los avances en imágenes GI utilizando nanopartículas como contraste fluorescente y su potencial para la orientación específica del sitio. Esta revisión también ha representado varios enfoques y descubrimientos novedosos en medicina regenerativa GI utilizando nanomateriales para diseños de andamios y células madre pluripotentes inducidas como fuente de células. Conclusiones Los avances en nanotecnología han abierto un nuevo abanico de posibilidades para ayudar a nuestros pacientes. Esto incluye nuevos vehículos de administración de fármacos, herramientas de diagnóstico para la detección temprana y específica de enfermedades y materiales nanocompuestos para construcciones de tejido para superar discapacidades cosméticas o físicas. (Brakmane, 2012)

Se discuten las crecientes aplicaciones de la nanotecnología en el mercado del cuidado personal en el futuro. El uso más común de los nanomateriales en cosméticos y artículos de tocador es crear partículas a nanoescala de absorbentes inorgánicos de luz

ultravioleta (UV), como el óxido de zinc (ZnO) y el dióxido de titanio (TiO₂) en los protectores solares. Cognis utiliza el biopolímero natural quitosano para crear cápsulas a nanoescala con liposomas de cristal líquido que pueden administrar y aumentar la penetración de vitaminas antienvjecimiento y extractos botánicos en la piel. El fabricante de sabores y fragancias, Firmenich, de Nueva York, está desarrollando cápsulas de polímeros naturales y sintéticos que van desde nanómetros hasta milímetros de tamaño. (Macdonald, 2005)

Los biopolímeros han invadido varias áreas de aplicación, como la biomédica, farmacéutica, cosmética o cualquier forma técnica de textiles. Los polisacáridos son sustancias poliméricas compuestas de monosacáridos como unidades repetitivas y unidas por enlaces glucosídicos, y forman la columna vertebral básica para la formación de biopolímeros. Los polisacáridos fibrosos están presentes en levaduras, hongos y conchas de ortópodos e incluyen quitina y quitosano. El quitosano se puede usar para hacer piel y vasos sanguíneos artificiales, sutura quirúrgica, mientras que los derivados de la quitina se usan en la industria química, la medicina, los alimentos, los cosméticos, la impresión, el teñido y la fabricación de papel. El tipo de fibras multicomponente más utilizado son las fibras bicomponente que constan de dos polímeros, con un material reabsorbible como un

componente y un polímero formador de fibras como el segundo componente. El ácido poliláctico (PLA) es el primer material sintético verdadero que es biodegradable y se espera que tenga un impacto significativo en el creciente mercado de productos desechables no tejidos, como pañales y toallitas húmedas para bebés. También se utiliza en una variedad de prendas de vestir, alfombras, muebles y aplicaciones industriales. Los biopolímeros también están desempeñando un papel clave en la nanotecnología y la síntesis de materiales biomiméticos, y las nuevas arquitecturas basadas en estructuras de biopolímeros, como los túbulos lipídicos y las redes de proteínas, pueden abrir oportunidades de mercado altamente especializadas para los biopolímeros. (Singh, 2005)

Referencias Bibliográficas

Annu, Raja A.N. (2020). Recent development in chitosan-based electrochemical sensors and its sensing application. *International Journal of Biological Macromolecules*, 164, pp. 4231 - 4244, Cited 32 times. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.09.012

Azmana M., Mahmood S., Hilles A.R., Rahman A., Arifin M.A.B., Ahmed S. (2021). A review on chitosan and chitosan-based bionanocomposites: Promising material for combatting global issues and its applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 185, pp. 832 - 848, Cited 58 times. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.07.023

Badar R., Zahid A.A., Yar M. (2021). Chitin-based nanomaterials. *Biopolymeric Nanomaterials: Fundamentals and Applications*, pp. 249 - 275, Cited 0 times. DOI: 10.1016/B978-0-12-824364-0.00013-7

Basudkar V., Gharat S., Momin M., Shringarpure M. (2022). A Review of Anti-Aging Nanoformulations: Recent Developments in Excipients for Nanocosmeceuticals and Regulatory Guidelines. *Critical Reviews in Therapeutic Drug Carrier Systems*, 39 (3), pp. 45 - 97, Cited 1 times. DOI: 10.1615/CritRevTherDrugCarrierSyst.2021039544

Brakmane G., Winslet M., Seifalian A.M. (2012). Systematic review: The applications of nanotechnology in gastroenterology. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 36 (3), pp. 213 - 221, Cited 23 times. DOI: 10.1111/j.1365-2036.2012.05179.x

Castro N.R., Pinto C.D.S.C., de Campos V.E.B., Cardoso V., Vermelho A.B., Santos E.P.D., Mansur C.R.E. (2021). Development of hybrid vesicular nanosystems composed of lipids and chitosan for octyl methoxycinnamate encapsulation. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 608, art. no. 125476, Cited 6 times. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2020.125476

Chadha U., Bhardwaj P., Selvaraj S.K., Kumari K., Isaac T.S., Panjwani M., Kulkarni K., Mathew R.M., Satheesh A.M., Pal A., Gunreddy N., Dubey O., Singh S., Latha S., Chakravorty A., Badoni B., Banavoth M., Sonar P., Manoharan M., Paramasivam V. (2022). Advances in chitosan biopolymer composite materials: From bioengineering, wastewater treatment to agricultural applications. *Materials Research Express*, 9 (5), art. no. 052002, Cited 8 times. DOI: 10.1088/2053-1591/ac5a9d

Chaudhury A., Kaur P., Barnela M., Chopra M., Manuja A., Thakur R. (2014). Synthesis, characterization and in vitro evaluation of cytotoxicity and antimicrobial activity of chitosan-metal nanocomposites. Technical Proceedings of the 2014 NSTI Nanotechnology Conference and Expo, NSTI-Nanotech 2014, 2, pp. 279 - 281, Cited 0 times.

Fonseca-Santos B., Chorilli M. (2017). An overview of carboxymethyl derivatives of chitosan: Their use as biomaterials and drug delivery systems. Materials Science and Engineering C, 77, pp. 1349 - 1362, Cited 153 times. DOI: 10.1016/j.msec.2017.03.198

Frigaard J., Jensen J.L., Galtung H.K., Hiorth M. (2022). The Potential of Chitosan in Nanomedicine: An Overview of the Cytotoxicity of Chitosan Based Nanoparticles. Frontiers in Pharmacology, 13, art. no. 880377, Cited 4 times. DOI: 10.3389/fphar.2022.880377

Ghosh, S., Sarkar, B., Kaushik, A., Mostafavi, E. (2022). Nanobiotechnological prospects of probiotic microflora: Synthesis, mechanism, and applications. Science of the Total Environment, 838, art. no. 156212, Cited 8 times. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.156212

Khan F.I., Rahman S., Queen A., Ahamad S., Ali S., Kim J., Hassan M.I. (2017). Implications of molecular diversity of chitin and its derivatives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101 (9), pp. 3513 - 3536, Cited 42 times. DOI: 10.1007/s00253-017-8229-1

Macdonald V. (2005). Nanotechnology finds some growing applications. *Chemical Week*, 167 (16), pp. 35 - 38, Cited 1 times.

Mejía-Argueta E.L., Santillán-Benítez J.G., Flores-Merino M.V., Cervantes-Rebolledo C. (2021). Herbal extracts and essential oils microencapsulation studies for different applications. *Journal of HerbMed Pharmacology*, 10 (3), pp. 289 - 295, Cited 1 times. DOI: 10.34172/jhp.2021.33

Mondéjar-López M., López-Jimenez A.J., García Martínez J.C., Ahrazem O., Gómez-Gómez L., Niza E. (2022). Comparative evaluation of carvacrol and eugenol chitosan nanoparticles as eco-friendly preservative agents in cosmetics. *International Journal of Biological Macromolecules*, 206, pp. 288 - 297, Cited 7 times. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2022.02.164

Oliveira T.S., Silva V.L., Assunção L.S., Freitas T.J., Machado B.A.S., Otero D.M., Nunes I.L., de Castro Almeida R.C., Ribeiro C.D.F., Druzian J.I. (2022). A Patent Data Analysis

in Nanotechnology Applied to Essential Oils. Recent Patents on Nanotechnology, 16 (2), pp. 92 - 106, Cited 2 times. DOI: 10.2174/1872210515666210217090541

Pachua L., Das N., Nath R., Sutradhar J., Das M.K. (2022). Natural polymer-based nanocarriers for advanced cosmeceutical application. Nanocosmeceuticals: Innovation, Application, and Safety, pp. 431 - 452, Cited 0 times. DOI: 10.1016/B978-0-323-91077-4.00010-7

Pereira-Silva M., Martins A.M., Sousa-Oliveira I., Ribeiro H.M., Veiga F., Marto J., Paiva-Santos A.C. (2022). Nanomaterials in hair care and treatment. Acta Biomaterialia, 142, pp. 14 - 35, Cited 4 times. DOI: 10.1016/j.actbio.2022.02.025

Puglia C., Santonocito D. (2019). Cosmeceuticals: Nanotechnology-based strategies for the delivery of phytochemicals. Current Pharmaceutical Design, 25 (21), pp. 2314 - 2322, Cited 19 times. DOI: 10.2174/1381612825666190709211101

Philip, E., Thomas, D., Madhavan, A., Sindhu, R., Binod, P., Varjani, S., Awasthi, M., Pandey, A. (2021). Bacterial nanocellulose: engineering, production, and applications.

Bioengineered, 12 (2), pp. 11463 - 11483, Cited 15 times.

DOI: 10.1080/21655979.2021.2009753

Shahbaz U. (2020). Chitin, characteristic, sources, and biomedical application. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 21 (14), pp. 1433 - 1443, Cited 8 times. DOI: 10.2174/1389201021666200605104939

Shariatinia Z. (2018). Carboxymethyl chitosan: Properties and biomedical applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 120, pp. 1406 - 1419, Cited 284 times. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2018.09.131

Singh V.L. (2005). Biopolymers. *Asian Textile Journal*, 14 (1-2), pp. 65 - 68, Cited 8 times.

Vecchione R., Ciotola U., Sagliano A., Bianchini P., Diaspro A., Netti P.A. (2014) Tunable stability of monodisperse secondary O/W nano-emulsions. *Nanoscale*, 6 (15), pp. 9300 - 9307, Cited 31 times. DOI: 10.1039/c4nr02273d

Yahya R., Al-Rajhi A.M.H., Alzaid S.Z., Al Abboud M.A., Almuhayawi M.S., Al Jaouni S.K., Selim S., Ismail K.S., Abdelghany T.M. (2022). Molecular Docking and Efficacy of Aloe vera Gel Based on Chitosan Nanoparticles against *Helicobacter pylori* and Its Antioxidant and Anti-

Inflammatory Activities. *Polymers*, 14 (15), art. no. 2994,
Cited 9 times. DOI: 10.3390/polym14152994

Yilmaz M.T., Yilmaz A., Akman P.K., Bozkurt F., Dertli E.,
Basahel A., Al-Sasi B., Taylan O., Sagdic O. (2019).
Electrospraying method for fabrication of essential oil
loaded-chitosan nanoparticle delivery systems characterized
by molecular, thermal, morphological and antifungal
properties. *Innovative Food Science and Emerging
Technologies*, 52, pp. 166 - 178, Cited 57 times. DOI:
10.1016/j.ifset.2018.12.005

CAPÍTULO VII

CASOS DE EXITOS

*Marisol Fernández Ruiz, Jenny Álvarez Bautista y Nino Castro
Mandujano*

7.1.-Introducción

El presente capítulo es para mostrar algunos ejemplos de resultados de investigaciones relacionados a la cosmética del grupo de investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial-UNMSM, “PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA” la cual es dirigida por el Dr. Oscar Tinoco (Figura 7.1.).

Producto	Proyecto	Año
Champú ecológico	C19170022 Preparación y caracterización de un champú natural a base de quitosano y el extracto,	UNMSM 2019- 2020
Crema cicatrizante	Cremas cicatrizantes a partir de e quitosano obtenido de las cabezas de langostino, Tumbes.	UNMSM 2019
Apósito antiinflamatorio y cicatrizante	C20170521. Preparación y caracterización de un apósito antiinflamatorio y cicatrizante a partir de un residuo de la industria pesquera ("pluma de pota")	UNMSM, 2020- 2021

Figura 7.1. Investigaciones relacionadas a la Cosmética por el Grupo de Investigación Producción más Limpia

7.2. Casos

Caso 1: Champú Ecológico

Champú ecológico a partir de las saponinas de la raíz de la *Pycnophyllum glometatum* Mattf. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal realizar un estudio de las saponinas presentes en la raíz de la planta *Pycnophyllum glometatum* Mattf y elaborar un champú ecológico, con una formulación que se encuentra en la tabla 1. La muestra se recolectó en el distrito de Chumpi, provincia Parinacochas (Departamento de Ayacucho). El desarrollo de esta investigación comprende dos partes, en la primera, se verificó el contenido de saponinas mediante un análisis cualitativo y cuantitativo. Se procedió a realizar las reacciones de coloración con el Reactivo de Salkowski y sus variantes A y B; la reacción de Lieberman-Burchard; asimismo, se cuantificó las saponinas mediante el método gravimétrico (4,94 %) y por el método espectrofotométrico UV/VIS empleando saponina como patrón, se obtuvo 44,1 mg de saponina por gramo de muestra (4,41%), (Lock 2016).

Tabla 7.1. Formulación del Champú (Pozo 2011)

Ingrediente	Función	Cantidad
Extracto acuoso de poqpoqsa	Vehículo	800ml
Texapon N 70	Tensioactivo	120g
Coperland KD	Espesante	30g
Carboximetilcelulosa	Espesante y activador de espuma	15g
Cetiol HE	Agente acondicionador	10ml
Bronidox	Conservante	2.5g
Glicerina	Suavizante	20ml
Pantenol	Humectante	10ml
Ácido Láctico	Regulador de Ph	C.p.s
Vitamina E	Nutriente	10ml
Extracto de romero	Crecimiento y anticaida	80 ml
Quitosano al 1%	Estabilidad	20 ml
Esencia Fantasy	Fragancia	C.p.s

Se caracterizó el champú determinando sus propiedades fisicoquímicas: pH:6.5, densidad 1,023 g/mL, 1,7102 cP, color pardo, aspecto viscoso-líquido y aroma aceptable; es estable a la prueba de centrifuga de 30 minutos manteniéndose una sola fase homogénea. Además, se realizó una encuesta organoléptica para conocer las percepciones organolépticas de las personas que usaron el producto (24 personas), quienes manifiestan en promedio que el champú ecológico es aceptable porque cumple con la limpieza del cabello, desengrasa, además, deja suave y brillante (Pozo 2011).

Tabla 7.2. Beneficios encontrados en el champú

Descripción	Porcentaje %
Efecto y durabilidad.	42,9%
Nutrición y brillo.	57,1%
Controla el volumen del cabello.	14,3%
Facilita moldear el peinado.	14,3%
Sin toxicidad ni alergias.	0%
Suavidad y docilidad.	57,1%
Fortaleció el cabello	14,3%
Disminuyó la grasa	14,3%
Evita la caída del cabello	0%
Total	100%

Análisis organoléptico de Champú “poqpoqsa”.- Se observó buenos resultados con respecto a la limpieza del cabello según la encuesta realizada, en la tabla 2 se encuentra algunos beneficios que los consumidores según la encuesta realizada opinan, además, a parte de las características organolépticas son aceptables debido a que el aspecto era característico de un champú líquido- viscoso, el pH dentro del rango de 5-7.5 el cual obtuvo un pH de 6.5 y un color pardo debido al extracto acuoso la planta “poqpoqsa”, (Bedolla 2002). También se observó la presencia de abundante espuma lo cual aceptable y el aroma agregado al champú tiene una esencia similar a los champús comerciales (ver tabla 3).

Tabla 7.3. Características organolépticas del champú

Parámetro	Resultado
Aspecto	Líquido – viscoso
Color	Pardo
Olor	Esencia Fantasy
pH	6.5

Caso 2: Crema Fotoprotectora

Preparación de la crema fotoprotectora. La metodología para preparar la crema fotoprotectora está explicada por Castro (2019), el cual comprende las siguientes etapas:

1. Acondicionamiento de las materias primas (Caballero 1999)
2. Preparación de las soluciones, geles, etc. (Casas 2015)
3. Realizar el diseño factorial (Montgomery 2002)
4. Preparación de la crema según las formulaciones obtenidas anteriormente (Casas 2015)
5. Realizar el análisis sensorial según formato (Marmolejo 2013)
6. Realizar pruebas fisicoquímicas (estabilidad, pH, etc.) (Latimer 2012)
7. Realizar análisis químicos (% de cenizas, % nitrógeno, % peróxidos, etc.) (Latimer 2012, Marmolejo 2013)
8. Determinación del FPS empleando la lámpara de mercurio.
9. Determinar el contenido de ácido úsnico en la crema (Castro 2010)

10. Determinación del FPS aplicando la ecuación de Mansur (Golmohammadzadeh 2011)

La formulación de la crema fotoprotectora se encuentra en la tabla 7.4. en la cual, se mencionan los componentes de la formulación y la función que cumple cada uno de ellos.

Tabla 7.4. Formulación de la crema (Casas 2015)

Fase	Compuesto	Función	Cantidad en gramos
Fase acuosa	Agua destilada	Solvente	86,00
	Glicerina	Hidratante, emoliente	3,00
	Texapón	Humectante y emulsionante	0,70
	Quitosano	Estabilizante y formador de películas	0,50
Fase oleosa	Metilparabeno	Conservante	0,10
	Propilparabeno	Conservante	0,05
	Cera lanette 50	Emulsionante	9,00
	Vaselina líquida	Lubricante y consistencia	12,00
	Ácido úsnico	Protector solar	0,50

En la tabla 7.5, se muestran los porcentajes de los principales componentes activos, de cada experimento: E, F, G, H, es decir, se van a realizar, 4 cremas y se van a medir su factor de protección solar y la que da mejor protección esa composición

será tomada en cuenta en las futuras composiciones (Pérez 2013).

En las primeras pruebas de formulación del quitosano con el ácido úsnico, se realizan hasta obtener una crema de buena estabilidad fisicoquímica; esto implica que se realizó varias cremas de un tipo de composición, para ir variando la velocidad de agitación, el tiempo de agitación de sus componentes para que al final la crema sea estable fisicoquímicamente, el cual se comprobará con el análisis de centrifugación por 30 minutos según la forma de trabajar de Pérez 2013. Para la crema, base de 100 g se realizó el proceso teniendo en cuenta la tabla 7.5 (Casas 2015). Para el desarrollo del proceso experimental se desarrolló el método de Casas (2015).

Tabla 7.5. Composición de principios activos de otras formulaciones

Formulación	Composición
E	Quitosano 0,5 %
F	Ácido úsnico 0,5 %
G	Nanopartículas de Qno + AU + TPP
H	Nanopartículas de Qno + ZnO + TPP
I	Nanopartículas de Qno + AU + ZnO + TPP
J	Producto de la reacción Qno y AU
K	Producto de la reacción AU y Zn

AU = ácido úsnico, ZnO es el óxido de cinc, Qno es el quitosano; Zn es el cinc.

Caracterización de la crema fotoprotectora. en esta parte se trata de determinar diferentes características de la crema, así tenemos caracterización fisicoquímica, química, cosmética, etc.

La caracterización fisicoquímica se tiene que realizar los siguientes análisis:

1. Medición de pH.- se aplicó la metodología de Latimer 2012 y Castro 2019.
2. Viscosidad aparente. - Latimer 2012 y Castro 2019.
3. Influencia de la temperatura (prueba en la estufa).- Marmolejo 2013 y Castro 2019.
4. Prueba de centrifugación. - Marmolejo 2013 y Castro 2019).
5. Determinación de residuo seco.
6. Porcentaje de humedad. - se determinó por diferencia de peso de la muestra (2 gramos) humedad y secado (105°C por 4 horas) (Latimer 2012 y Castro 2019).
7. Porcentaje de cenizas. - se pesó 0,5 gramos de muestra seca y se lleva a la mufla a 450°C, por 4 horas y finalmente se realizó el cálculo. (Latimer 2012 y Castro 2019).
8. Densidad. - (Latimer 2012 y Castro 2019).
9. Tipo de Emulsión (Castro 2019)
 - a. Prueba de Dilución.

b. Prueba de Lavado

10. Determinación de la extensibilidad. Marmolejo 2013).

Caracterización cosmética. Para esta caracterización se realizó el análisis llamado Test de SPF (Sun Protection Factor) es un análisis que mide la protección a la radiación del UVA y UVB, en nuestro caso aplicaremos dos métodos:

a.- **Método Lámpara de Mercurio**, este método se utilizó la lámpara de mercurio y el programa Pasco Capstone, y se continuó con la metodología desarrollada por Castro 2017, para ello, se armó el sistema según la Figura 7.2

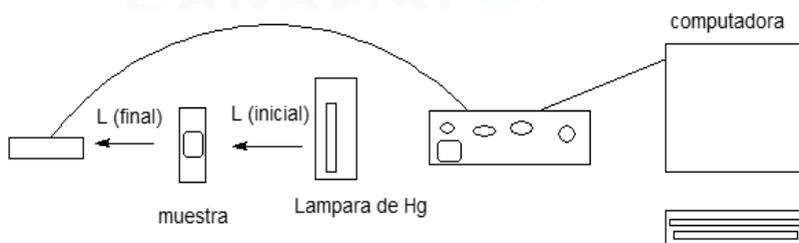


Figura 7.2. Diagrama del sistema utilizado para medir la absorbancia.

b.- Método de Mansur. - es un método sencillo, en la cual se pesó un gramo de la crema, se realizó un extracto con etanol y se procedió según la metodología de Castro (2017). Para los cálculos tendremos en cuenta la tabla 7.6. Para la caracterización

química se realizó los análisis de proteína, grasa, índice de saponificación, índice de acidez, índice de peróxidos.

Análisis sensorial de crema protectora. - Para este análisis se desarrolló lo expuesto por Castro 2019, “primero se preparó una encuesta, la cual consta de 20 preguntas cuyas respuestas deben ser en números que varían de 1 a 5, en la cual el número 1 significa de bajo valor y el de número 5 significa de valor alto. Además, para este tipo de encuestas, se ha tenido en cuenta los tipos de piel que hay, nosotros hemos trabajado en las encuestas con personas del tipo II, III y IV. Con los resultados de las encuestas y las observaciones de la crema se podrá determinar algunas características organolépticas como color, aroma (olor), consistencia, facilidad de aplicación, brillo, arenosidad, textura, ausencia de grumos y consistencia de la base, aceptación, etc.”

Tabla 7.6. Valores de EEI para determinar el SPF por el método de Transmitancia (Latimer 2012)

λ nm	B
290	0.0150
295	0.0817
300	0.2874
305	0.3278
310	0.1864
315	0.0839
320	0.0180

Análisis Farmacológico. - La metodología desarrollada en esta parte es de Castro 2017, el cual indica que, para cada una de las pruebas farmacológicas de las cremas preparadas, tuvieron las siguientes etapas:

- Preparación de la muestra.
- Estudio de la metodología a aplicar.
- Fundamento.
- Evaluación de la actividad farmacológica.

Análisis microbiológico de la crema fotoprotectora

a.- Test para contaje total de microorganismos aeróbicos.

Preparación de la muestra. - asépticamente se transfirió 10 gramos de muestra en un recipiente que contiene peptona, Tween, TAT (azolectina tripticosa caldo con Tween); luego se ajustó el volumen a 100 mL; después, se colocó esta mezcla en un baño de 40-45°C por 10 minutos. Luego, se mezcló bien en un vortex, (Castro 2017).

Para el contaje de bacterias y contaje de hongos se aplicó el método desarrollado por el Dr. León de la Fac. Biología-UNMSM; (Castro 2017).

b.- Evaluación de la calidad microbiológica de una muestra (Crema Fotoprotectora). Para el procedimiento se procedió a realizar según la metodología de Castro (2017-d), considerando las siguientes etapas:

- Preparación de la muestra
- Evaluación de calidad microbiológica.

Evaluación de la actividad antiinflamatoria de la crema fotoprotectora1: Para determinar la actividad antiinflamatoria de una muestra (crema fotoprotectora), se utilizó el modelo de edema auricular, el cual consistió en inducir la inflamación por aplicación de xilol, principal responsable de la acción irritante, esto fue aplicado en el pabellón de la oreja del ratón, luego se evaluó la respuesta inflamatoria que se traduce por el aumento de peso que se produce en el área lesionada. En esta parte se contó con el apoyo de la Dra. Juana Chávez de la Universidad Norbert Wiener de la Facultad de Farmacia. Para esta parte se desarrolló la metodología de Castro 2017. para el porcentaje de inhibición se aplicó:

$$\% \text{ de inhibición} = 100 * (\Delta \text{ peso grupo control} - \Delta \text{ peso tratamiento}) / (\Delta \text{ peso grupo control})$$

Se considera como actividad antiinflamatoria moderada, la inhibición del edema del 35 al 65% y como buen efecto antiinflamatorio un valor mayor de 65%. El % de inhibición se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Inhibición} = (\text{OD} - \text{OI}) \times 100/\text{OD}$$

Donde: OD = oreja derecha y OI = oreja izquierda del blanco.

Evaluación de la actividad antimicrobiana. - El presente análisis es sobre la actividad antimicrobiana de la crema fotoprotectora y se empleó el método de Castro 2017-d. Las cepas referenciales: Staphylococcus aureus ATCC 25923, S. aureus ATCC 6538, Escherichia coli ATCC 25922, E. coli ATCC 8739, Salmonella enterica var. Typhimurium ATCC 14028, Pseudomonas aeruginosa ATCC 9027, Bacillus subtilis ATCC 6633, Candida albicans ATCC 10231, C. tropicalis ATCC 60750.

Reactivos químicos: Solventes orgánicos (cloroformo, etanol, acetona).

Medios de cultivo: Tripticasa de soya, Mueller-Hinton, Sabouraud.

Antibióticos de referencia: Ciprofloxacino y Fluconazol

Reactivación de cepas testigo. - Se utilizó un total de 9 cepas: 3 Gram positivas, 4 Gram negativas y 2 levaduras, reactivadas en caldo tripticasa de Soya y Sabouraud respectivamente, los cuales fueron incubados a 37°C por 24 horas.

Determinación de la actividad antimicrobiana. - la actividad antimicrobiana de las cremas frente a las bacterias y levaduras, fue determinada usando método de disco–difusión. Las cepas bacterianas y de levaduras referenciales fueron inoculadas por hisopado en placas de agar Trypticasa de Soya y Sabouraud, respectivamente (108 UFC/ml). Para el screening preliminar se agregó directamente la muestra a analizar previamente humedecido en dimetilsulfóxido (DMSO) al 5% (Seydel 2002).

Determinación de la actividad cicatrizante. - En su investigación publicado por Castro 2017-d, explica: “El proceso de curación de heridas consiste en una respuesta inflamatoria, desarrollo del tejido granular y formación de la cicatriz. En este estudio de las cremas se evaluó la potencial actividad en la mejora del cierre de heridas en ratas. Cuarenta ratas albinas de cepa Holtzman fueron divididos aleatoriamente en 5 grupos. Luego, se realizó una incisión circunferencial de 2 cm de diámetro, se aplicó la crema cada 12 horas por 15 días, midiendo el diámetro de las heridas cada tres días, cumplido el

tratamiento, se procedió a sacrificar los animales de experimentación (Vargas 2007)

Inducción de heridas. La piel se depiló 24 horas antes con crema Depilet, bajo anestesia general por vía I.P con Pentobarbital (100 mg/kg), se realizó una incisión circunferencial de 2 cm de diámetro en el lomo de la rata con la ayuda de un sello circular. Toda la herida quedó expuesta y el área de la incisión en el día cero se midió inmediatamente después de la creación de la herida con la ayuda del instrumento Pie de Rey marca Alca, (Mattos 2009).

Aplicación tópica de vehículos. Se utilizó 0,2 mL de cada crema en diferentes concentraciones, por un periodo de cada 12 horas por 15 días, pasado el tiempo de tratamiento se sacrificaron los animales de experimentación con sobredosis de Pentobarbital Sódico, el tejido tratado se conservó con formol al 10% para el estudio histológico. Finalmente, se aplicó un análisis estadístico y ha tenido en cuenta las consideraciones éticas durante la experimentación.

Resultados de la medición del factor de protección de las cremas con el método de la Lámpara de mercurio

En primer lugar, se realizó pruebas preliminares de la preparación de la crema, para ello se realizó la crema tipo A y

con esta formulación se empezó a practicar, repetir la formulación varias veces, pero teniendo en cuenta la agitación, su tiempo, etc., hasta tener una crema óptima según las características fisicoquímicas, y sobre todo que no se formaran dos fases al colocarlas en la centrífuga por 30 minutos; así tenemos como ejemplo, la formulaciones A, A1 y A2 que se muestran en la figura 2, en donde se observa los resultados de la prueba de la centrifugación y podemos afirmar que la crema del tipo A solo hay una fase, pero en las cremas del tipo A1 y A2 se observan dos fases lo cual indica que la crema no es la correcta y le falta la homogenización (Castro 2019).



Tipo A1 Tipo A2 Tipo A

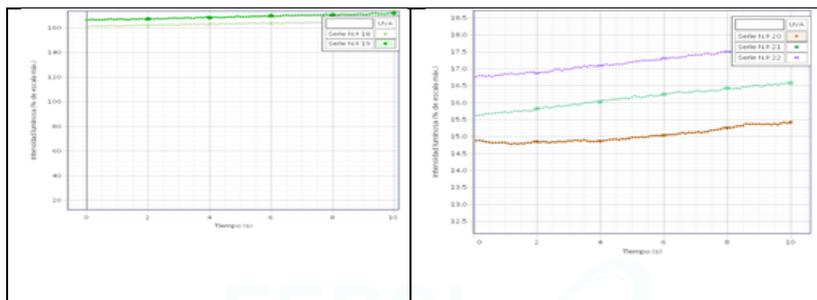
Figura 7.3. Prueba de centrifuga a la crema tipo A, A1 y A2

Con estos parámetros óptimos de preparación de la crema se empezó a preparar las cremas, para las otras formulaciones como

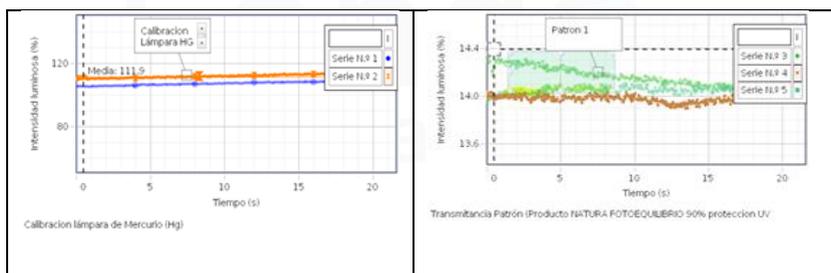
tipo B, C y D se usó este mismo procedimiento solo cambiando las cantidades que corresponde a cada tipo según la tabla 3.2. Además, de realizar estas primeras 4 formulaciones, también realizó otras formulaciones designadas con las letras E, F.....I; en donde, lo que cambia es el componente activo protector, y esto se realiza para poder comparar el factor de protección solar, así se realizó una crema protectora solar teniendo como componente activo al quitosano solo, al ácido úsnico sólo, a las nanopartículas Qno-AU-TPP; Qno-AU-ZnO-TPP; Qno-ZnO-TPP, al sólido formado por la reacción del quitosano con el ácido úsnico; al sólido formado del ácido úsnico con la reacción con el Zinc (Castro 2019).

Los resultados que nos da el equipo es una gráfica como se muestra en la figura 4.72, en donde se observa el % de transmitancia vs tiempo de medición (10 o 20 segundos). Antes de realizar la medición de las muestras se realizaba la calibración, el cual no siempre nos da 100 %, por ello a partir de los datos de calibración y para las muestras se hacía un cálculo para llevar al 100%. Otra observación en las mediciones, es que se realizaban por triplicado cada medición ya sea para la calibración y para las muestras. En la figura 4.72 se observan las mediciones de transmitancia de las curvas de calibración y de la muestra 1 (crema tipo A), y en la figura 4.73, se tiene las

mediciones de fotoprotección de la crema patrón empleando, la crema natura 8, es una crema comercial brasileña (Castro 2019).



Calibración Muestra 1 (crema tipo A)



Calibración para la muestra patrón Natura-8

Figura 7.4. % Transmitancia de la muestra patrón natura-8 (Castro 2019).

En la tabla 7.4, en la primera parte, analizando las 4 formulaciones se observa que la crema del tipo A (0,5% de ácido úsnico y 0,5% de quitosano) es la que mejor protege, es decir que la formulación A es la mejor, porque su transmitancia es la más baja (9,6%), es decir, que la diferencia (90,4%) es lo que absorbe la crema y recordando los códigos de factor de protección, la crema A sería del tipo FPS 8; ahora si esta crema

del tipo A comparamos con la del tipo B, los valores de protección son bastante parecidos, prácticamente iguales, pero si lo vemos del punto de vista industrial, conviene hacer cremas del tipo A, ya que del tipo B, el Qno está en mayor cantidad (usa el 100% más de quitosano), y esto eleva el costo de producción; y los otros tipos C y D, los valores de protección son de 86% y 75% respectivamente (Castro 2019).

Además, en la tabla 4.29, se muestran para las otras formulaciones su valores de FPS; se observa que en general al usar nanopartículas la protección solar de la crema mejora con su crema equivalente por ejemplo crema tipo A y H, sus valores transmitancia son 9,6% y 7,9% (protección 90,4% y 92,1% respectivamente), es decir, aumenta su protección en 2% cuando se realiza nanopartículas, el aumento es mínimo no compensa el costo de hacer nanopartículas, se puede considerar en términos generales iguales.

Por otro lado, para comparar el método de la lámpara de mercurio se empleó el otro método aplicando la ecuación de Mansur (Golmohammadzadeh 2011), previamente extraído con etanol y medir su absorbancia, al final se observa que el método de Mansur los valores son parecidos solo con una diferencia de alrededor de 5 %.

Otra observación, analizando el FPS al agregar ZnO a las formulaciones en la forma de nanopartículas, así comparamos las cremas H y J, se observa que al añadir el ZnO el factor de protección mejora de 7,9% a 7,5%, allí se nota la participación del ZnO como un componente importante en la fotoprotección (Castro 2019).

En esta misma tabla 7, podemos ver también el análisis a la crema comercial llamada natura-8 que se hizo para comparar y tenerlo como patrón; se sabe que esta crema fotoprotectora de origen Brasileiro, tiene un 90 % de protección y su factor FPS es 8 (según los datos del producto); esto significa que protege el 87,5 % de los rayos solares y el resto el 12,5 % deja que pase o no lo absorbe, nosotros en la medición con el método de lámpara de mercurio determinamos que su % de transmitancia es de 89%, es decir que el 11% no absorbe y el resto, es decir, que el 89 % absorbe la crema natura-8. Si comparamos estos dos valores: teórico 87,5 y experimental 89, el porcentaje de error es de 1,7%.

Tabla 7.7. Resultados del FPS de todas las cremas

Código	Muestra Descripción	Método de Fps	
		Lampara de Hg	Mansur
A	Qno 0,5% + AU 0,5%	9,6	8,8
B	Qno 1,0% + AU 0,5%	10,0	9,1
C	Qno 0,5% + AU 1,0%	14,0	13,2
D	Qno 1,0 % + AU 1,0%	25,0	23,9

E	Qno 0,5%	38,8	38,1
F	AU 0,5%	18,1	16,9
Patrón	Crema NATURA-8	11,0	9,3

También, es bueno resaltar que el quitosano solo y ZnO solo (Formulaciones E y G), protegen de los rayos solares, sus transmitancias son 38,8% y 32,9%, y sus porcentajes que absorben son 61,2% y 67,1% respectivamente. La crema tipo K, su % transmitancia es de 9,1 y la crema tipo A es de 9,6%, sus porcentajes de protección son: 90,9 % y 90,4 % respectivamente, esto indica que el producto formado, han mejorado ligeramente la fotoprotección, respecto de una mezcla simple (crema del tipo A), esto podría explicarse debido a los enlaces C=N formados en la reacción (Castro 2019). Si comparamos las dos cremas en base a nanopartículas (formulación H y J), la que dio mejor protección solar es la del tipo J, sus valores son 7,9% y 7,5% respectivamente; se puede deducir que la del tipo J, protege ligeramente mejor con 0,4 %; es decir, cuando añadimos ZnO, la protección mejora ligeramente, esto puede ser debido a que este óxido genera sinergismo con los otros componentes (Castro 2019).

Resultados De La Caracterización De La Crema

Primero se caracterizó fisicoquímicamente, a la crema A, que es la crema que mejor resultado dio de FPS, por ejemplo, vemos

que no tiene olor, tiene adherencia, no hay separación de fases, su pH varía de 5,6-5,8 durante 3 meses. Otras características fisicoquímicas de la crema son, la densidad que dio 0,658 g/mL; porcentaje de humedad fue 15,71 % y porcentaje de cenizas de 0,43 %. En la prueba de lavado, nos indica que se puede lavar completamente, mientras que, en prueba de centrifugación, se observa que después de 30 minutos de centrifugar a 1000 RPM, no se forma dos fases, esto significa que es una crema estable. La influencia de la temperatura (figura 7.5), en esta prueba no se ha observado ningún cambio en el color, ni olor (Castro 2017-c, Castro 2019).

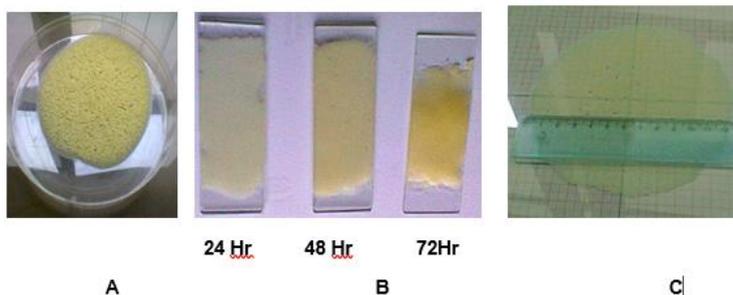


Figura 7.5. A) Influencia de la temperatura, B) Prueba de envejecimiento, C) Análisis de extensibilidad de la crema

Además, en la figura 4C, se muestra el resultado de la prueba extensibilidad de la crema optima, inicialmente estaba en 10 cm, luego al presionar con el peso de 250 gramos se extendió a 14,2

cm, es decir su extensión aumento en un 42%, este valor es equivalente a la crema patrón empleada, para la crema natura, para los dos gramos su extensión dio 14,5 cm, o sea con el peso se extendió 45%.

Por otro lado, se realizó una prueba de estabilidad a la radiación solar en el tiempo, esta prueba consiste en irradiar a la crema una luz cuya radiación es equivalente a la del sol, es decir se va a analizar el envejecimiento a 24, 48 y 72 horas (cada 24 horas de estabilidad equivale a un mes de estabilidad en condiciones reales); los resultados, indican que la crema validada es estable a la radiación solar hasta por 2 meses cuando se guarda en el frasco apropiado y a temperatura ambiente (ver figura 7.5 B). En la tabla 7.8, se tiene los resultados de la caracterización química (Castro 2019)

Tabla 7.8. Caracterización química de la crema validada

Característica Química	
% de proteínas	0,08%
% de grasa:	3,93% en base humedad
Índice de saponificación	5,77 mg KOH / gramo de crema
Índice de acidez	3,78 mg KOH / gramo de crema
Índice de peróxidos	0 mEqO ₂ /Kg crema.

Para caracterizar la crema validada se realiza un análisis sensorial en la cual se preparó unas 20 preguntas con escala de respuestas de 1 a 5, estas encuestas se realizaron a 60 personas y los resultados están en la tabla 7.9, en donde se observa que la parte sombreada está el valor que obtuvo mayor porcentaje. En la tabla 7.8, se muestran los resultados del análisis químico de la crema A. También, se realizó un análisis de metales empleando el método de la EPA-1994 con la modificación respectiva, luego al final, el resultado de este análisis se debe resaltar que los que están en mayor cantidad son: el sodio es 62mg/ 100 gramos y el calcio es 6 mg /100 gramos de crema, ver tabla 9 (Castro 2019).

Tabla 7.9. Resultado de las encuestas del análisis sensorial

	1	2	3	4	5
Integridad de forma	5	18	32	13	2
Brillo	18	33	5	3	1
Firmeza	37	11	10	2	0
Pegajosidad	37	14	8	1	0
Cohesión	30	14	12	4	0
Formación de pico	5	30	22	2	1
Humedad	5	18	25	15	4
Deslizamiento	1	6	15	30	10

Espesor	17	32	7	3	1
Cantidad de residuo	31	20	7	2	0
Absorción	5	17	25	10	3
Lubricación	2	2	30	17	9
Frescor	5	10	33	5	4
Calor	34	18	6	2	0
Tipo de residuo	Oleoso	Graso	Ceroso	Pulverulento	Blanquecino
	28	12	0	0	20
El color	2	27	10	8	13
El aroma u olor	7	33	10	2	8
La textura	3	24	11	3	20
El aspecto	5	23	8	5	20
La sensación al tacto	4	26	3	5	22

B.-Análisis por microscopio óptico. Se colocó 30 mg de la crema en un vial (frasco de 10 mL) se añade 2 mL de agua destilada, luego se agita con una bagueta de vidrio, tratando de dispersar la emulsión, la crema fotoprotectora en el agua; luego se lleva al ultrasonido por 10 minutos. Después se coloca 1 gota de esta mezcla homogénea en una porta muestra y se cubre con una lámina, luego se lleva al microscopio para analizarlo.



A

B

Figura 7.6. A. Homogenizado la crema fotoprotectora. B. crema homogenizada y sin homogenizar

Los resultados se observan en la figura 7.6, se tiene la crema del ácido úsnico con quitosano y tripolifosfato de sodio TPP. Durante la preparación de la crema con las nanopartículas de quitosano-ácido úsnico-TPP, se observó que es muy importante la agitación para obtener una emulsión bastante homogénea, así en nuestro caso fue agitada manualmente, por 5 minutos con una bagueta de vidrio, luego mezcló con el homogenizador por 5 minutos más; así se obtuvo una crema mucho más homogénea no solo en el color más claro, casi blanco sino en la uniformidad de las emulsiones. Para el análisis por el microscopio óptico, se pesó en un frasco 100 mg de crema y se añadió 2mL de agua, luego se agitó con una espátula metálica y finalmente con un ultrasonido por 5 minutos; así se ha obtenido una dispersión de

la emulsión en el agua (mezcla homogénea). En la figura 7.6, B, la emulsión formada es más homogénea, esto concuerda con las fotografías microscópicas donde las esferas son más homogéneas.

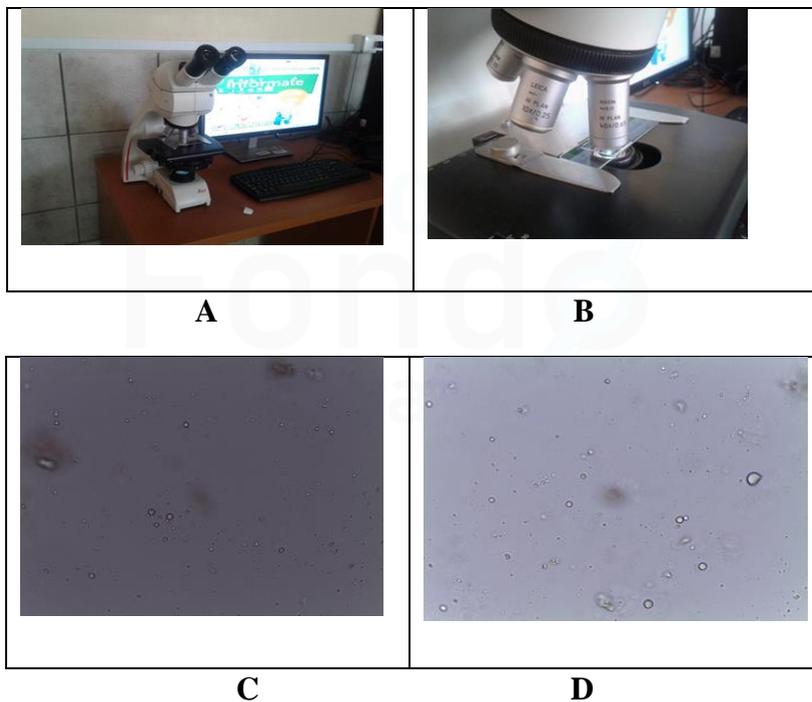


Figura 7.7. Imágenes del microscopio óptico de la emulsión de la crema. A: Microscopio utilizado. B: Factor 400X. C: Emulsión 1. D: Emulsión 2

En la figura 7.7 A y B tenemos el microscopio utilizado y el rango de 400x que se ha empleado para observar las emulsiones. En la figura 7.7 C y D tenemos las emulsiones que se ha

preparado con la crema A, se observa que hay emulsiones de diferentes tamaños, de forma esféricas; también se observa partícula cristalizadas, esto puede ser al TPP tripolifosfato o al ácido úsnico en forma de cristales.

C.- Análisis por microscopía electrónica de transmisión TEM

Preparación de muestras de crema analizadas. - Primero se disolvió una cantidad determinada de crema (1,7 mg en 1 mL de agua MilliQ). Se agitó manualmente y también se empleó un vortex para tratar de disolver completamente la crema. Además, se intentó calentar ligeramente la suspensión a $\sim 35^{\circ}\text{C}$ por unos 5 minutos. Se homogenizó la suspensión con una micropipeta y se depositó 5 microlitros de esta en un grid de TEM (Pacific Grid Cu 300HD). Se dejó secar a temperatura ambiente y se analizaron las muestras en el LVEM5, ver figura 7.8



Figura 7.8. Equipo TEM- LVEM5 de la PUCP-Sección Química

Este análisis fue realizado en la PUCP, con el apoyo de la Dra. Betty Galarreta. En la figura 7.9 A-B, se observan los resultados del análisis por TEM, pero para las muestras se recomienda congelarlo con un equipo llamado criogénico, pero este caso no fue desarrollado de esa forma. De las figuras observamos que las estructuras de las emulsiones tienen formas esféricas en diferentes tamaños, también se observa aglomeración de emulsiones, y en otros casos hay cristalización de alguna sal u otro compuesto.

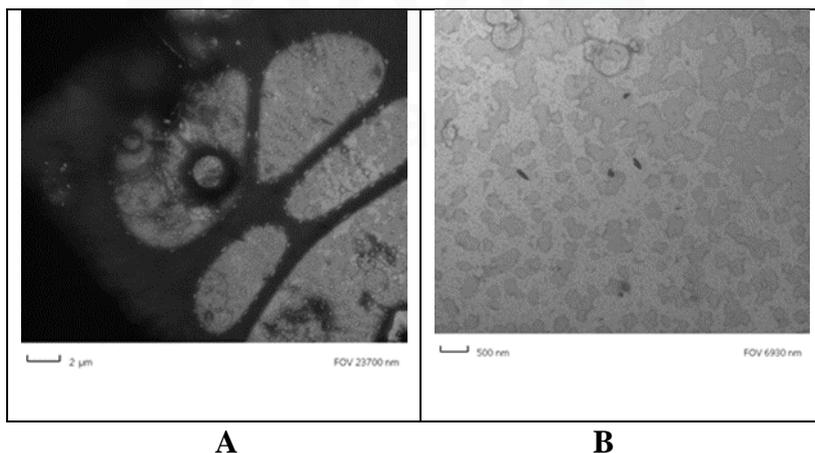


Figura 7.9. Imágenes por TEM de la emulsión de la crema. A: imagen a 2μm, B: imagen a 500 nm

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FARMACOLÓGICOS DE LA CREMA

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LA CREMA.

Los resultados de la calidad microbiológica, se observan en la tabla 4.34. en general se observan los valores y estos cumplen las especificaciones como límite máximo de la comunidad andina, es decir, las cantidades de microorganismos aerobios mesófilos, mohos y levaduras son menores de 5×10^3 UFC/g y ausencia de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*. Entonces la crema es apta para el uso, según referencia Castro (2019).

Tabla 7.10. Resultados de la evaluación microbiológica de la crema

Análisis microbiológico	Resultado
Aerobios mesófilos UFC/g	$\leq 5 \times 10^3$
Numeración de mohos UFC/g	$\leq 5 \times 10^3$
Numeración de levaduras UFC/g	$\leq 5 \times 10^3$
Presencia de <i>Escherichia coli</i> /g	Ausente
Presencia de <i>Staphylococcus aureus</i> /g	Ausente
Presencia de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> /g	Ausente

Resultados del análisis anti-inflamatorio de la crema. - Los resultados muestran en la tabla 7.11, para la crema A, si tiene la propiedad antiinflamatoria de mediano poder equivalente la betametasona y diclofenaco. (Gonzales 2007).

Tabla 7.11. Resultados de la propiedad antiinflamatoria de la crema

Tratamientos	% Inhibición edema
Control (blanco)	0,00%
Diclofenaco 1%	32,27%
Betametasona 0,05%	37,27%
Crema A	37,72%

Para este análisis anti-inflamatorio, se ha utilizado el modelo de edema auricular, el cual consiste en la inducción de inflamación por aplicación de xilol, ver tabla 4.35, al final el experimento se traduce a realizar mediciones de pesada de la oreja en diferentes tiempos ya que hay un aumento de la misma por la inflamación (Castro, 2017).

Resultados de la determinación de la concentración mínima inhibitoria

Según lo realizado en base a la referencia de Castro 2019, se tiene que la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) fue determinada por el método de microdilución en caldo usando microplacas de 96 pocillos. Esta prueba fue realizada para las cepas *St. aureus* ATCC 25922, *St. aureus* 6538, *Ps. aeruginosa*,

B. subtilis, *C. albicans*, *C. tropicalis*. Los resultados (positivos y negativos) fueron evaluados en función a la turbidez producida en el medio a las 24 horas, para ello, se observó el viraje del color del medio a rojo fue considerado como indicativo de crecimiento microbiano. La mínima concentración en la que no se observó crecimiento fue definida como el valor del CMI, (Gonzales 2007).

La prueba de difusión (Castro 2017), demostró resultados muy buenos para la crema A, porque para las cepas que se realizaron (*C. tropicalis* ATCC 60750, *C. Albicans* ATCC 10231, *P. aeruginosa* ATCC 9027, *S. enterica* var. *Tryphimurium* ATCC 14028, *E. coli* ATCC 8739, *S. aureus* ATCC 25923 y *S. aureus* ATCC 6538) en las pruebas no se formó ningún halo excepto para el *B. subtilis* ATCC9027 que mostró un halo de 3.55 ± 1.21 mm; ver la tabla 7.12.

Tabla 7.12. Medida de los halos de inhibición del screening directo de la crema A

Cepas testigo	Halo de inhibición Crema A
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	1.9±0.3
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	2.1±0.3
<i>E. coli</i> ATCC 25922	2.5±0.4
<i>E. coli</i> ATCC 8739	2.8±0.4
<i>S. enterica</i> var. <i>Typhimurium</i> ATCC 14028	0.0±0.0
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 9027	0.0±0.0

<i>B. subtilis</i> ATCC 6633	3.55±1.21
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	0.0±0.0
<i>C. tropicalis</i> ATCC 60750	0.0±0.0

Resultados de la actividad cicatrizante

Después de realizar el procedimiento se realizaron el análisis de los datos, los cuales se expresaron en área de la herida (cm²), el cual se aproximó a una elipse dada la forma en el experimento, los datos se analizaron mediante ANOVA. Las pruebas se realizaron en el paquete estadístico SPSS 22, con un $p < 0.05$. (Vargas, 2007)

Durante la experimentación se han considerado las normas éticas en el manejo de animales de experimentación normado por el INS. Finalmente, los animales después de sacrificarlos adecuadamente según las normas, fueron almacenados en un contenedor para su eliminación por el personal dedicado a este fin. En la figura 7.10, se muestran el proceso de cierre de heridas en ratas en los distintos tratamientos (Vargas 2007)

Además, se observa el efecto de las cremas A (Qno +AU) y H (nanopartículas de Qno+AU+TPP) comparadas con el blanco que muestra el cierre de herida incompleto y de forma natural; la crema A mostrando la curación cicatrización muy buena, pero,

la crema H (que tiene los mismos componentes fotoprotectores), muestra la curación casi completa de la herida.

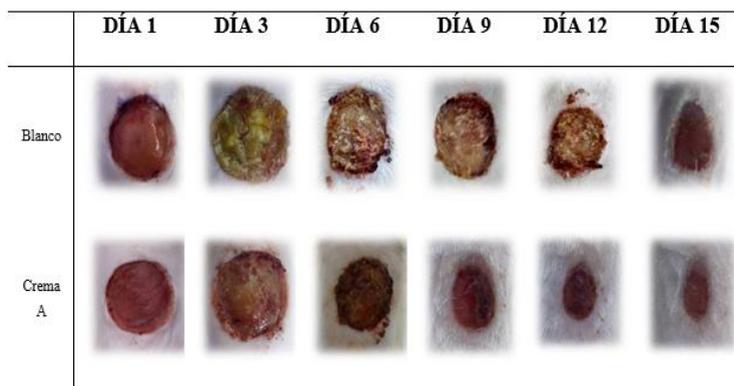


Figura 7.10. Actividad cicatrizante del cierre de heridas en ratas

La aceleración en la curación de heridas se obtuvo mejor resultado en la crema tipo H, los procesos de cicatrización implican un proceso complejo cuyo objetivo es restaurar el tejido dañado a su estado normal, y comienza con la proliferación de fibroblastos y la deposición de fibras de colágeno. En este sentido, el quitosano y el ácido úsnico poseen propiedades que aceleran la curación de heridas, el cual probablemente aumente su acción y efecto al estar en forma de nanopartículas por su capacidad para atravesar las barreras biológicas como la piel. La crema tipo H de nanopartículas, presenta menor área de cicatriz en el tiempo, con esto

demostrando la potencial actividad en la curación de heridas, ver figura 7.10. Esta mejora en la actividad puede deberse también a la actividad antimicrobiana y antioxidante del ácido úsnico. Aunque, los resultados obtenidos son satisfactorios, pero si queremos resultados más específicos, se tendría que hacer otros análisis de corte de tejido, pero podemos afirmar, que la crema A puede utilizarse como acelerador en la curación de heridas.

Para complementar la característica de cicatrización de parte del ácido úsnico, Navarro (2010), realizó investigaciones con estudio experimental sobre la evaluación de la toxicidad aguda y con el dato de la tabla de Irwing, que permite medir el efecto sobre el sistema nervioso central (SNC), así, el ácido úsnico tiene una mortalidad por encima de la dosis de 1000 mg / kg donde los signos clínicos aparecen ataxia a las 4 horas, todo ello indica que el ácido úsnico es ligeramente toxico, pero las concentraciones que están en la crema es muy por debajo de los datos anteriores.

Caso 3: Crema Cicatrizante.

Este tema es parte de la tesis titulada: “Aprovechamiento de las cabezas de langostino para la obtención de quitosano y su aplicación en cremas y geles cicatrizantes”. Para la elaboración

de la crema se ha seguido el procedimiento según la referencia la formulación contiene:

Tabla 7.13. Formulación para la elaboración de crema

Fase oleosa:	Fase acuosa
• Vaselina solida 4.00 g	• Propilenglicol 5.00 g
• Acido esteárico 5.00 g	• Metil parabeno 0.20 g
• Cera lanette 6.00 g	• Agua destilada csp 100.00 g
• Propil parabeno 0.20 g	

Procedimiento para la elaboración de la crema. - En un vaso pírex colocar todos los componentes de la fase oleosa y calentar hasta los 70°C a 75°C de igual manera calentar los componentes de la fase acuosa hasta los 75°C a 80°C. Cuando ambas fases estén en el mismo rango de temperatura, retirarlos del calor.

Verter la fase oleosa sobre el vaso pírex de la fase acuosa y agitar con bagueta hasta la formación de la crema.

Tabla 7.14. Porcentaje de quitosano en la crema

Elaboración de Gel (Gel Base)
Insumos
• Polygel 940 0.8 g
• Metil parabeno 0.2g
• Agua dest. Csp 100.00 g
• Trietanolamina c.s.p neutralización

Procedimiento para la elaboración del gel.- En un vaso colocar 50 g. de agua destilada, agregar el poligel, someter al calor y completar con agua destilada hasta 100 g. de agua, seguir calentando hasta disolución total del polygel. Retirar del calor y dejar enfriar; agregar la trietalonamina hasta la formación del gel base.

Tabla 7.15. Porcentaje de quitosano en la crema

CONCENTRACIÓN	0.5%	1%	2%	BLANCO
Principio Activo	0.15 g	0.30 g	0.6 g	0 g
Crema base	29.85 g	29.70 g	29.40 g	30.00 g
TOTAL	30.00 g	30.0 g.	30.00 g	30.00 g

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7.16. Porcentaje de quitosano en gel

CONCENTRACION	0.5%	1%	2%	BLANCO
Principio Activo (Extracto)	0.15g	0.30 g	0.60 g	0 g
Gel base	29.85g	29.70 g	29.40 g	30.00 g
Total	30.00 g	30.0 g.	30.00 g	30.00 g

Fuente: Elaboración Propia.

Se evaluó algunos parámetros como control de calidad para saber si los productos formulados poseen las características requeridas.

- Determinación del color en los productos. - Se utilizó un tubo de ensayo, se colocó cada producto elaborado hasta la mitad, se observó la transparencia, el color y presencia de partículas.
- Determinación del olor de los Productos. - Se colocó una pequeña porción en un papel, y se determinó el tipo de olor que liberaba.
- Determinación de Untuosidad de la crema. -Se aplicó una pequeña cantidad de muestra en el dorso de la mano para saber hay presencia de grasa o no y así determinar si es lipofílica o hidrofílica.
- Determinación de grumos en los productos elaborados. Se aplicó una pequeña cantidad de los productos elaborados y se observó la existencia o ausencia de grumos.
- Determinación de Viscosidad en los productos. - Se tomó muestra representativa de los productos, se mide con el viscosímetro de BRUCLIK, tomando luego de 10 minutos la lectura en cada producto.
- Determinación de extensibilidad de los productos. - Se pesó una cantidad de cada producto a 25 °c se coloca la muestra en papel milimetrado, en un porta muestra, se cubre luego con un cubre muestra y se coloca un peso determinado (100

gramos) por un minuto y la variación del radio es la respuesta.

- Determinación del pH de los productos. - Después de calibrar el phmeter, se disuelve 0.25 gramos en 40 ml de agua y se homogeniza y se mide el pH.
- Evaluación de estabilidad a la temperatura. - Se coloca la crema a 0° C, luego a 40 grados por 12 horas, se busca comprobar que no se observen cambios físicos o químicos.

Aplicación de las cremas en ratones

Materiales: Jeringas, Hilo de sutura, Tijeras, Cremas Depilé para depilación, Crema comercial Contractubex (Patrón)

Procedimiento. Se trabajó con 80 ratones albinos de 30-a 50 gramos cada uno. Se les alimentaron y acondicionaron en jaulas por grupos, se les separó en hembra y machos. Se les cortó el pelaje y depiló con crema “Depilé” 2cm y luego se procedió a hacer el corte de un 1cm. Se suturó la herida, se aplicó 0.5 mL de crema y gel respectivamente, medidos con una jeringa a los grupos identificados como cremas hembras 0,5%; cremas hembras 1.0%; cremas hembras 2.0%; cremas machos 0,5%; cremas machos 1.0%; cremas machos 2.0; gel hembra 0.5%; gel hembra 1.0%; gel hembra 2.0%; gel macho 0.5%; gel macho

1.0%; gel macho 2.0%; blanco cremas machos, blanco gel, estándar comercial. Los grupos se mantuvieron separados, alimentados y cuidados. A los 7 días se procedió a sacrificarlos y hacer los cortes para estudio patológico en tejido.

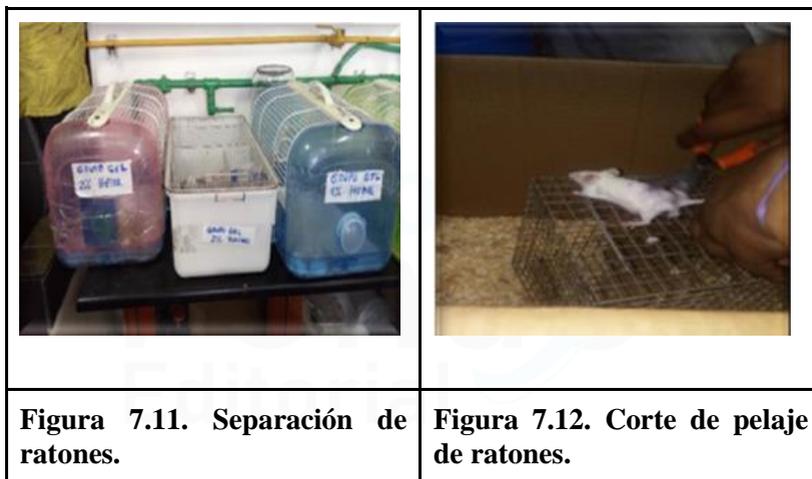


Figura 7.11. Separación de ratones.

Figura 7.12. Corte de pelaje de ratones.

Tabla 7.17. Características principales de la crema y gel

CARACTERÍSTICAS organolépticas	Resultado cremas	Resultado geles
Color	blanco	transparente
Aspecto	Homogéneo untuosa al tacto	Homogénea ligera
Olor	agradable	Sin olor
Presencia de grumos	No	No
Características Químicas		
Ph	5.4-5-6	5.4-5.5
Viscosidad cPs	180	130

Las cremas y geles reúnen las características organolépticas necesarias, no hay grumos, es homogénea y es untuosa como

característica de la crema y ligera en el caso del gel. La formulación es buena, logrando incorporar la cantidad de quitosano añadido en ambas formulaciones, que fue desde 0.5% hasta 2.0%. Según la Farmacopea (2015), los requisitos básicos son la extensibilidad, pH, viscosidad los cuales están dentro del intervalo permitido.

En cuanto a la propiedad química, el pH es ácido, similar al de la piel lo cual no interfiere para su aplicación.

A. Evaluación de la extensibilidad

Tabla 7.18. Extensibilidad de crema y gel

Extensibilidad		Limite
Crema	Geles	
4.5 cm.	4.8cm	5cm

Tabla 7.19. Viscosidad de crema y gel

Viscosidad		LIMITE
Crema	Geles	
180	130	2.500<Viscosidad< 200 cPs

Según Consumer (2004) las cremas no deben tener una viscosidad menor de 2.500 cPs porque de lo contrario se escurriría entre las manos y tampoco puede ser mayor de 200

cPs (ATPP 2018). No existe especiación para las cremas, suelen ser de acuerdo al uso que se desea dar.

Tabla 7.20. Estabilidad de crema y geles

Estabilidad		Temperatura 0 °C - 40°C
Crema	Geles	No presentan cambios

Evaluación microbiológica

Tabla 7.21. Evaluación microbiológica en crema y geles

Análisis microbiológico	Resultado
Aerobios mesófilos UFC/g	$\leq 5 \times 10^3$
Numeración de mohos UFC/g	$\leq 5 \times 10^3$
Numeración de levaduras UFC/g	$\leq 5 \times 10^3$
Presencia de <i>Escherichia coli</i> /g	Ausente
Presencia de <i>Staphylococcus aureus</i> /g	Ausente
Presencia de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> /g	Ausente

Los resultados de la evaluación para la calidad microbiológica, se observan los valores, los cuales cumplen con las especificaciones y de la comunidad andina, es decir, las cantidades de microorganismos aerobios mesófilos, mohos y levaduras son menores de 5×10^3 UFC/g y ausencia de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*

E. Evaluación de la cicatrización en ratones con cremas y geles en tejidos

En el grupo de ratones machos a un grupo de ratones se aplicó la crema al 0.5% y al otro grupo se aplicó gel al 0.5%, observando que la producción de colágeno es mayor en el grupo de ratones en el que se usó la crema, haciendo más rápida la cicatrización de las heridas, a diferencia del grupo de ratones machos en el que se usó el gel, en la sólo en los ratones se observa la presencia de colágeno.

Esta es una comparación del grupo control a la cual solo se les aplicó la base de las formulaciones, especialmente vaselina sin quitosano.

Al comparar con la crema comercial cicatrizante, se evidencia que el grupo control al ser aplicado, no estimula la presencia de colágeno, no se observa colágeno, mientras que al usar la crema comercial si se observa colágenos en los tejidos de los ratones.

Tabla 7.22. Aplicación de crema y gel al 0,5% en ratones

		GRUPO MD					GRUPO M_A				
		Crema 0.5%					Gel 0.5%				
	N° RATONES	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Epidermis	Capa cornea	5	0	5	0	5	0	2	2	X	0
	Epidermis	5	4	5	5	5	0	2	2	X	0
Dermis	Colágeno	4	4	4	5	4	4	2	2	X	5
	Folículo piloso	0	0	0	0	0	2	2	2	X	0
	Músculo erector del pelo	0	0	0	0	0	2	2	2	X	0
Tejido sc	Tejido graso	0	0	0	0	0	2	2	2	X	0
	Vasos sanguíneos y linfáticos	0	0	0	0	0	2	2	2	X	0
	INFLAMACIÓN	4	4	4	4	4	4	5	5	X	4

Fuente. Elaboración Propia

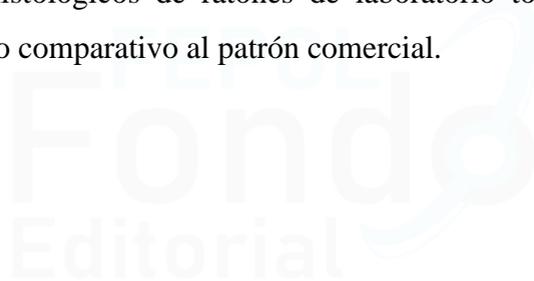
Tabla 7.23. Aplicación de crema y geles a ratones machos, grupo control y grupo estándar comercial

		GRUPO MB ESTÁNDAR COMERCIAL					GRUPO ME CONTROL				
	N° RATONES	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Epidermis	Capa cornea	0	5	5	5	5	4	2	2	2	4
	Epidermis	4	4	4	4	4	1	0	1	1	0
Dermis	Colágeno	4	5	4	5	4	1	0	0	0	0
	Folículo piloso	0	0	2	0	2	5	2	2	2	5
	Músculo erector del pelo	0	0	2	0	2	0	2	2	2	2
Tejido sc	Tejido graso	2	0	2	0	2	0	2	2	2	2
	Vasos sanguíneos y linfáticos	0	0	2	0	2	0	2	2	2	2
INFLAMACION		5	4	5	5	5	5	5	5	5	5

Fuente. Elaboración Propia

Los productos obtenidos, cremas y geles, preparados al 1% de quitosano, obtenidos de los desechos de las cabezas de langostino son tan eficientes en la cicatrización de las heridas como el producto comercial, probado en ratones.

Se trabajó en la propiedad cicatrizante del producto demostrándose la presencia de colágenos suficientes en los cortes histológicos de ratones de laboratorio tomando como elemento comparativo al patrón comercial.



7.3 Referencias Bibliográficas

- Bedolla D. (2002). Diseño sensorial. Las nuevas pautas para la innovación, especialización y personalización del producto. [Tesis doctoral]. España, Barcelona. Universidad Politécnicade Catalunya. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2117/94136>
- Caballero, R., (1999). Propuesta de método para la determinación del factor de protección solar y resistencia al agua de una crema cosmética. Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Casas, D. (2015). Curso teórico-práctico: “Desarrollo y formulaciones de protectores solares”. del 24-26-febrero, Química Suiza Industrial.
- Castro O, et al. (2017). Preparación y caracterización de una crema fotoprotectora solar a base de nanopartículas de quitosano con ácido úsnico, Revista Iberoamericana de Polímeros, 2017, 18(2): 60-76.
- Castro O. (2019). El Quitosano en la Cosmética-Crema fotoprotectora” ISBN-, Editorial Académica Española, Riga-Letonia, Unión Europea.

- Castro, O. N. (2010). Contribución al estudio fitoquímico del líquen *Thamnolia vermicularis* subsp. *vermicularis*. *Rev. Soc. Quím Perú*, 76(4), 322-329.
- Golmohammadzadeh, S., Imani, F., Hosseinzadeh, H., Reza, M., (2011). Preparation characterization and evaluation of sun protective and moisturizing effects of nanoliposomes containing safranal. *Iranian Journal Basic Medical Sciences*, 14(6), 521-533,
- Gonzales M. C., Ospina L.F., Calle J., Rincón J., (2007). Evaluación de extractos y fracciones de plantas colombianas en modelos de inflamación aguda, subcrónica y crónica. *Revista Colombiana Ciencia Química Farm.* Vol. 36 (2), 166 – 174.
- Latimer G W, (2012). *Official methods of analysis of AOAC international*, 19th edition, vol. 1 y 2, USA, Capitulo 1, 3, 4, 15 y 17.
- Lock O. (2016). *Investigación Fitoquímica*. Editorial PUCP, Lima, Perú.
- Marmolejo M. (2013). Tesis de pregrado, Programa de Química Farmacéutica, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad ICESI. Estandarización de una metodología para la

evaluación del efecto hidratante de una matriz cosmética; Santiago de Cali-Colombia.

- Mattos M, Artioli S, Padovani C, Pellizzon C, Galvao C. (2009). Inclusión de quitosano al subcutáneo de las ratas: validación clínica, histológica y morfométrica. *An Bras Dermatol*, 84(1), 35-40,
- Montgomery, D. (2002). *Diseño y análisis de experimentos*, Ed. Limusa, México.
- Pérez P, Nieto O M, Bilbao O, López A, González L., (2013). Diseño de una crema regeneradora con quitina para después del bronceado. *Revista Cubana de plantas medicinales*, 47(2), 239-251,
- Pozo M. (2011). *Implementación de una empresa para la elaboración de shampoo ecológico en la ciudad de Riobamba*. [Tesis de Maestría]. Ecuador, Riobamba. Universidad Regional Autónoma de Los Andes.
- Seydel, J.K.; Wiese, M. (2002). *Drug–membrane interactions. Analysis, drug distribution and modeling*. Wiley–VCH.
- Vargas, C., Machado, S., Smania, E.F., Smania, A. (2007). Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazil Journal of microbiology*, 38: 369-380.