

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y
Biotechnológicas
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica



“EFECTO CICATRIZANTE DEL ACEITE DE *Cocos nucifera* L.
“Coco” EN HERIDAS DE ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN”.

Tesis presentada por la Bachiller:

Rossi Paredes, Grecia Carolina

Para optar el Título Profesional de:

Química Farmacéutica

Asesor:

PhD. Villanueva Salas, José

AREQUIPA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas
y Biotecnológicas
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

Expediente N°. 20190000010018
N° Trámite en Fac. 1781-2019
Fecha 19-03-2019

FORMATO DE TITULACION PROFESIONAL

DE: ROSSI PAREDES, Grecia Carolina

TITULO DEL PROYECTO DE TESIS:

"EFECTO CICATRIZANTE DEL ACEITE DE Cocos nucifera "Coco" SOBRE HERIDAS EN ANIMALES DE EXPERIMENTACION"

DICTAMINADORES: 1) Dra. Roxana Gutiérrez Aranibar 2) Q. F. Fernando Torres Vela

DICTAMEN DE PLAN: Señor Decano de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas, en atención a su designación, como Dictaminadores del Plan de Tesis presentado por el recurrente, se ha procedido a la revisión del mismo, sugiriendo se cambie el título a: "EFECTO CICATRIZANTE DEL ACEITE DE Cocos nucifera "Coco" SOBRE HERIDAS EN ANIMALES DE EXPERIMENTACION", y después de realizadas las correcciones y sugerencias correspondientes, consideramos se encuentra APTO para continuar con los trámites estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad

Atentamente

Firmas:

Fecha 21-03-2019.

ASESOR: Dr. José Villanueva Salas

DICTAMEN DE ASESOR: Señor Decano de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas, en atención a su designación se ha asesorado el presente Trabajo de Investigación y después de efectuadas las observaciones, considero que el título debe cambiar a: "EFECTO CICATRIZANTE DEL ACEITE DE Cocos nucifera L. "Coco" EN HERIDAS DE ANIMALES DE EXPERIMENTACION" y luego de verificado el cumplimiento de los objetivos y la redacción del informe con los resultados, discusión y conclusiones correspondientes considero se encuentra APTO para continuar con los trámites estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de nuestra Facultad.

Atentamente

Firma

Fecha

09/09/19

DICTAMINADORES BORRADOR DE TESIS:

- 1) Dra. Gaby Velasco Lozano 3) Q. F. Fernando Torres Vela
2) Dra. Roxana Gutiérrez Aranibar

DICTAMEN FINAL: Señor Decano de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas, en atención a su designación, hemos procedido a revisar el Borrador de Tesis presentado por los recurrente, y luego de haber verificado el cumplimiento de los objetivos, la redacción del informe, de los resultados, discusión y conclusiones correspondientes, consideramos se encuentra APTO para continuar con los trámites estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad.

Atentamente

Firma

Fecha

09/10/19

JURADOS: Presidente DRA. GABY VELASCO LOZANO
Vocal DRA. ROXANA GUTIERREZ ARANIBAR
Secretario Q. F. FERNANDO TORRES VELA

SUSTENTACIÓN DE TRABAJO:

Fecha: 23/10/19

Hora: 19.00

Local: C- 402 (SUM)

DECANO

DEDICATORIA

A Dios por su infinito amor y bondad.

A mi bisabuelo Fortunato con quien compartí una infancia feliz, y cuyo recuerdo llevaré siempre en mi corazón.

A mis padres Alejandra y Samuel por ayudarme a construir mis sueños y con su amor haberme forjado como persona.

A mi hermano Fabrizio, por ser mi motivo de superación y el motor de mi vida.

A mis abuelos Elizabeth, Raúl y Dominga, por su apoyo y cariño incondicional.

ÍNDICE

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	xiii
OBJETIVOS:.....	xv
HIPÓTESIS:	xvi
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1. PIEL	1
1.1. PARTES.....	1
1.1.1. EPIDERMIS	2
1.1.2. DERMIS	3
1.1.3. HIPODERMIS.....	4
1.2. FUNCIONES	4
2. HERIDAS.....	5
2.1. CLASIFICACIÓN DE HERIDAS	5
2.2. TRATAMIENTO DE HERIDAS	6
3. CICATRIZACIÓN.....	7
3.1. TIPOS DE CICATRIZACIÓN	7
3.2. FASES DE LA CICATRIZACIÓN.....	8
3.2.1. FASE INFLAMATORIA.....	8
3.2.2. FASE PROLIFERATIVA	9
3.2.3. FASE DE MADURACIÓN.....	11
3.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE CICATRIZACIÓN	12
3.3.1. FACTORES LOCALES.....	12
3.3.2. FACTORES GENERALES O SISTÉMICOS	12
4. PALMA DE COCO: <i>Cocos nucífera l.</i>	13
4.1. SINÓNIMOS: Cocotero, coco de agua, coconut palm.	13
4.2. BOTÁNICA.....	13
4.2.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	13
4.2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	14
4.2.3. DESCRIPCIÓN	14
4.3. COMPOSICIÓN	15

4.4. USOS	18
5. GRASAS	18
5.1. LÍPIDOS	18
5.1.1. ÁCIDOS GRASOS	19
6. FORMAS DE ADMINISTRACIÓN SOBRE LA PIEL.....	24
6.1. FORMAS FARMACÉUTICAS SEMISOLIDAS	25
6.1.1. POMADAS.....	26
CAPÍTULO II.....	29
MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
1. CAMPO DE INVESTIGACIÓN	29
2. DISEÑO METODOLÓGICO	29
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	29
3. MATERIALES.....	29
3.1. MATERIAL BIOLÓGICO.....	29
3.1.1. UNIDAD VEGETAL.....	29
3.1.2. UNIDAD ANIMAL	29
3.2. PRODUCTO FARMACÉUTICO	30
3.3. MATERIAL DE LABORATORIO	30
3.3.1. MATERIAL DE VIDRIO	30
3.3.2. REACTIVOS.....	31
3.3.3. EQUIPOS	31
3.3.4. OTROS.....	31
4. METODOLOGÍA	32
4.1. PROCESAMIENTO DEL MATERIAL VEGETAL	32
4.2. OBTENCIÓN DEL ACEITE DE <i>Cocos nucifera l.</i>	32
4.3. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PULPA Y DEL ACEITE .	33
4.4. CONTROL DE CALIDAD DEL ACEITE DE <i>Cocos Nucifera L.</i>	33
4.4.1. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS	33
4.4.2. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS	34
4.5. ELABORACIÓN DE UNA FORMA FARMACÉUTICA A BASE DE ACEITE DE <i>Cocus nucifera L.</i>	43
4.5.1. FORMULACIÓN.....	43
4.5.2. ELABORACIÓN	43
4.6. EVALUACIÓN DEL EFECTO CICATRIZANTE DEL ACEITE DE <i>Cocos nucifera L.</i>	44
4.6.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	44

4.6.2.	INDUCCIÓN DE HERIDAS EN ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN	45
4.6.3.	APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO	48
4.6.4.	DETERMINACIÓN DE LA FUERZA TÉNSIL.....	48
6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	49
	CAPÍTULO III	50
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
1.	OBTENCIÓN, DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE <i>Cocos nucífera L.</i>	50
1.1.	OBTENCIÓN DE LA MUESTRA.....	50
1.2.	EXTRACCIÓN Y DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL ACEITE DE <i>Cocos nucífera L.</i>	50
1.2.1.	DATOS DE LA MUESTRA	50
1.2.2.	PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE LA PULPA.....	52
1.2.3.	PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DEL ACEITE.....	53
1.3.	CARACTERIZACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL ACEITE DE <i>Cocos nucífera L.</i>	54
1.4.	CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE <i>Cocos nucífera L.</i>	56
1.4.1.	DENSIDAD.....	56
1.4.2.	ÍNDICE DE REFRACCIÓN	57
1.4.3.	HUMEDAD.....	58
1.4.4.	DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ	59
1.4.5.	ÍNDICE DE PERÓXIDOS:.....	60
1.4.6.	ÍNDICE DE YODO.....	61
2.	ELABORACIÓN DE UNA POMADA CON ACEITE DE <i>Cocos nucífera L.</i>	63
3.	EVALUACIÓN DEL EFECTO CICATRIZANTE DEL ACEITE DE <i>Cocos nucífera L.</i>	65
3.1.	INDUCCIÓN DE HERIDAS	65
3.2.	SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE CICATRIZACIÓN.....	65
3.3.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA TENSÍOMÉTRICA....	69
	CONCLUSIONES.....	76
	SUGERENCIAS.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Estructura de la piel	1
Fig. 2 Estructura de la epidermis en un corte histológico	3
Fig. 3 Tipos de cicatrización	8
Fig. 4 Proceso de cicatrización	12
Fig. 5 Especie de <i>Cocos nucífera</i> L.	14
Fig. 6 Inflorescencia de la palma de coco	15
Fig. 7 Partes del coco	15
Fig. 8 Estructura de un ácido graso saturado e insaturado	20
Fig. 9 Estructura de los ácidos grasos trans y cis	21
Fig. 10 Pomada comercial Neneglöss ®	30
Fig. 11 Refractómetro ABBE	36
Fig. 12 Estufa.....	37
Fig. 13 Reacción de hidrólisis enzimática de una grasa o aceite	38
Fig. 14 Punto final en la determinación del índice de acidez	39
Fig. 15 Reacciones en la determinación del índice de peróxidos	40
Fig. 16 Punto final en la determinación del índice de peróxido	40
Fig. 17 Reacciones en la determinación del índice de yodo	41
Fig. 18 Punto final en la determinación del índice de yodo	42
Fig. 19 Elaboración de la pomada	44
Fig. 20 Aplicación del anestésico	46
Fig. 21 Tricotomía del dorso del animal	46
Fig. 22 Delimitación del área de incisión	47
Fig. 23 Sutura de la herida.....	47
Fig. 24 Tensiómetro.....	48
Fig. 25 Fuerza de tensión sobre la herida	49
Fig. 26 Muestra de <i>Cocos nucífera</i> L.	50
Fig. 27 Coco con poros germinativos perforados.....	51
Fig. 28 Aceite de <i>Cocos nucífera</i> L.	55
Fig. 29 Picnómetro con aceite de <i>Cocos nucífera</i> L.	57
Fig. 30 Determinación de humedad del aceite de <i>Cocos nucífera</i> L.	59
Fig. 31 Solución de tiosulfato de sodio 0.1 N	62
Fig. 32 Solución de dicromato de potasio 0.1 N	63
Fig. 33 Pomada con aceite de <i>Cocos nucífera</i> L. al 30%	64
Fig. 34 Columnas agrupadas de la resistencia a la tensión en gramos	70
Fig. 35 Gráfico de caja y bigotes	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Contenido nutricional del agua de coco por cada 100 ml (22)	16
Tabla N° 2 Composición de la Leche de Coco ⁽²³⁾	17
Tabla N° 3 Ácidos Grasos Presentes en el Aceite de Coco ⁽²⁴⁾	17
Tabla N° 4 Formulación de la pomada al 30% y al 60% conteniendo aceite de <i>Cocos nucífera L.</i>	43
Tabla N° 5 Datos de la muestra antes de su procesamiento	51
Tabla N° 6 Porcentaje de rendimiento de la pulpa	52
Tabla N° 7 Rendimiento del aceite de <i>Cocos nucífera L.</i>	53
Tabla N° 8 Características organolépticas del aceite de <i>Cocos nucífera L.</i>	55
Tabla N° 9 Determinación de la densidad del aceite de <i>Cocos nucífera L.</i>	56
Tabla N° 10 Determinación de la humedad del aceite de <i>Cocos nucífera L.</i>	58
Tabla N° 11 Determinación de la acidez del aceite de <i>Cocos nucífera L.</i>	60
Tabla N° 12 Determinación del índice de peróxido del aceite de <i>Cocos nucífera L.</i>	61
Tabla N° 13 Determinación del índice de yodo del aceite de <i>Cocos nucífera L.</i>	62
Tabla N° 14 Características de la pomada al 30% de aceite de <i>Cocos nucífera L.</i>	64
Tabla N° 15 Seguimiento del proceso de cicatrización en la prueba piloto	66
TABLA N° 16 Seguimiento del proceso de cicatrización en la prueba final	66
Tabla N° 17 Imágenes del seguimiento del proceso de cicatrización en la prueba final	67
Tabla N° 18 Parámetros de distribución del tamaño de las heridas a los 7 días.	68
Tabla N° 19 Resistencia a la tensión en gramos de los distintos grupos experimentales	69
Tabla N° 20 Análisis de los resultados tensiométricos	70
Tabla N° 21 Resumen de los datos de los grupos experimentales	72
Tabla N° 22 Análisis de varianza ANOVA de los grupos experimentales	72
Tabla N° 23 Pruebas HSD de Tukey	74

RESUMEN

El objetivo general del presente trabajo de investigación fue la determinación del efecto cicatrizante de un preparado farmacéutico a base de aceite de *Cocos nucífera L.* (coco) en la piel lesionada de animales de experimentación.

La metodología consistió en recolectar, seleccionar e identificar taxonómicamente el material vegetal para luego proceder a extraer el aceite de *Cocos nucífera L.* por el método de expresión. Se determinó el porcentaje de rendimiento y se evaluaron las características organolépticas y fisicoquímicas del aceite obtenido con la finalidad de establecer la calidad del mismo.

Con el aceite extraído se elaboró una pomada al 30% y posteriormente se realizó un control organoléptico de sus características principales.

Mediante incisión simple se realizaron heridas de 2cm de longitud en el dorso de ratas Wistar, las cuales fueron distribuidas en cuatro grupos experimentales según el diseño de la investigación; el grupo experimental recibió como tratamiento el preparado farmacéutico anteriormente elaborado, el grupo blanco fue tratado con una pomada base que contenía excipientes, al grupo control (+) se le aplicó una pomada comercial y finalmente el grupo control (-) no recibió tratamiento alguno.

El efecto cicatrizante fue evaluado mediante un seguimiento de la evolución de las heridas, y al cabo de 14 días se realizó la prueba tensiométrica mediante la medición de la resistencia a la tracción de las heridas expresada en gramos de arena.

Los resultados nos indican que la medición cualitativa del proceso de cicatrización para el grupo experimental y el grupo control (+) comienza más precozmente, acortando el tiempo de cierre de la herida con respecto a los otros grupos de trabajo.

Los valores medios de los resultados obtenidos después de la realización de la prueba tensiométrica para el grupo experimental fueron de $599.5 \text{ g} \pm 30.64$, para el grupo blanco $377.75 \text{ g} \pm 33.14$, para el grupo control positivo $567.75 \text{ g} \pm 27.29$ y para el grupo control negativo $311 \text{ g} \pm 23.17$.

El análisis ANOVA de los resultados ($P < 0.05$) y la prueba de Tukey muestran que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el grupo experimental y el grupo control (+), por lo que ambos grupos presentan una eficacia cicatrizante similar.

Por otra parte, existe diferencia estadísticamente significativa entre el grupo blanco y el grupo control (-), por lo que se confirma una mínima actividad cicatrizante por parte de los excipientes.

Finalmente se concluye que la pomada con aceite de *Cocos nucifera L.* al 30% es una buena opción terapéutica debido a que si posee efecto cicatrizante en animales de experimentación.

Palabras Clave: ácidos grasos saturados, *Cocos nucifera L.*, heridas incisas, cicatrizante, prueba tensiométrica.

ABSTRACT

The general objective of the present research work was the determination of the healing effect of a pharmaceutical preparation based in *Cocos nucifera L.* oil on the injured skin of experimental animals.

The methodology consisted of collecting, selecting and taxonomically identifying the plant material and then proceeding to extract the *Cocos nucifera L.* oil by the expression method. The percentage yield was determined and the organoleptic and physicochemical characteristics of the oil obtained were evaluated in order to establish its quality.

With the extracted oil, a 30% ointment was made and subsequently an organoleptic control of its main characteristics was carried out.

Through a simple incision, wounds of 2cm in length were made on the back of Wistar rats, which were distributed in four experimental groups according to the research design; The experimental group received the previously prepared pharmaceutical preparation as treatment, the white group was treated with a base ointment containing excipients, a commercial ointment was applied to the control group (+) and finally the control group (-) received no treatment.

The healing effect was evaluated by monitoring the evolution of the wounds, and after 14 days the tensiometric test was performed by measuring the tensile strength of the wounds expressed in grams of sand.

The results indicate that the qualitative measurement of the healing process for the experimental group and the control group (+) begins earlier, shortening the time of wound closure with respect to the other work groups.

The mean values of the results obtained after performing the tensiometric test for the experimental group were $599.5 \text{ g} \pm 30.64$, for the white group $377.75 \text{ g} \pm 33.14$, for the positive control group $567.75 \text{ g} \pm 27.29$ and for the negative control group $311 \text{ g} \pm 23.17$.

The ANOVA analysis of the results ($P < 0.05$) and the Tukey test show that there is no statistically significant difference between the experimental group and the control group (+), so that both groups have similar healing efficacy.

On the other hand, there is a statistically significant difference between the white group and the control group (-), so a minimum scarring activity is confirmed by the excipients.

Finally, it is concluded that the ointment with *Cocos nucifera L.* 30% oil is a good therapeutic option because if it has a healing effect in experimental animals.

Keywords: Saturated fatty acids, *Cocos nucifera L.*, incised wounds, healing, tensiometric test.



INTRODUCCIÓN

Es ampliamente conocida la utilización de las plantas como agentes de la salud y recurso para cumplir con las necesidades terapéuticas en múltiples culturas del mundo, este saber tradicional se ha ido perfeccionando a lo largo del tiempo, tamizado por el rigor científico de ensayos químicos, toxicológicos, farmacológicos y clínicos que buscan los principios activos para explicar en forma racional el uso terapéutico de una planta permitiendo además la vigencia de su empleo.

Un aspecto de la medicina a cubrir siempre fue la cicatrización de heridas, el hombre se interesó por la búsqueda de sustancias para colocar sobre las heridas, atravesando un proceso empírico de prueba-respuesta, existiendo un modelo racional-empírico, regido por costumbres mágico-religiosas. De uso común fueron la leche de cabra, leche materna humana, miel de abeja, apósitos de papiros, y grasas. (1)

Actualmente, la estructura química singular y la actividad biológica diversa que caracteriza a los constituyentes de los productos naturales abren nuevos campos de exploración en temas de cicatrización.

El presente trabajo está enfocado en una planta de gran valor como es la palma de coco, *Cocos nucífera L.*, la cual es conocida como “El árbol de la vida” debido a sus múltiples usos y variadas aplicaciones.

El aceite de coco, obtenido a partir del endospermo de los frutos de la palma de coco (*Cocos nucífera L.*) ha sido ampliamente utilizado desde la medicina Ayurvédica como cicatrizante y antibacteriano; estas propiedades son atribuidas gracias a su composición en su gran mayoría por ácidos grasos saturados: laúrico (40-50%), mirístico (15-20%) y palmítico (7-12%). Además, las características propias de este aceite como su gran estabilidad, resistencia a la oxidación y por lo tanto a la rancidez, contribuyen a que actualmente en la cosmética sea uno de los aceites más apreciados en la elaboración de cremas, pomadas, leches cutáneas y jabones para el cuidado de la piel. (2)

En base a lo anterior, este estudio tiene como propósito la evaluación del efecto cicatrizante del aceite de coco en animales de experimentación. Los resultados obtenidos permitirán corroborar su acción cicatrizante, así como precisar la eficacia del aceite de

coco como método alternativo a utilizar en la reparación de heridas mediante la formulación de un preparado farmacéutico.



OBJETIVOS:

1.1 Objetivo General

- Determinar el efecto cicatrizante de un preparado farmacéutico (pomada) a base de aceite de *Cocos nucífera L.* (coco) en la piel lesionada de animales de experimentación.

1.2 Objetivos Específicos:

- Obtener el aceite de *Cocos nucífera L.* (coco) utilizando el método de expresión.
- Determinar las características fisicoquímicas del aceite de *Cocos nucífera L.* (coco).
- Elaborar pomadas utilizando diferentes concentraciones del aceite de *Cocos nucífera L.* (coco), con la finalidad de encontrar la concentración óptima que presente un mayor efecto cicatrizante.
- Evaluar el efecto cicatrizante de la forma farmacéutica a base de aceite de *Cocos nucífera L.* (coco) mediante el método tensiométrico en heridas inducidas por incisión en ratas Wistar.
- Comparar la eficacia cicatrizante de la pomada a base de aceite de *Cocos nucífera L.* (coco) con la pomada comercial Neneglóss® en animales de experimentación.



HIPÓTESIS:

Dado que existe información y la medicina tradicional le atribuye al aceite de *Cocos nucífera L.* (coco), efectos benéficos sobre el tratamiento de heridas, es probable que un preparado farmacéutico a base del aceite de dicha planta posea efecto cicatrizante en la piel lesionada de animales de experimentación.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. PIEL

La piel (cutis o tegumento) es el órgano funcional más grande y extenso que recubre y reproduce todas las eminencias y depresiones del cuerpo. Tiene una superficie de alrededor de 2 m², un peso promedio de 4 kg y un espesor que puede variar entre 0.5 mm en los párpados y 4 mm en el talón. (3)

1.1. PARTES

La estructura de la piel se muestra en la **Fig. 1**:

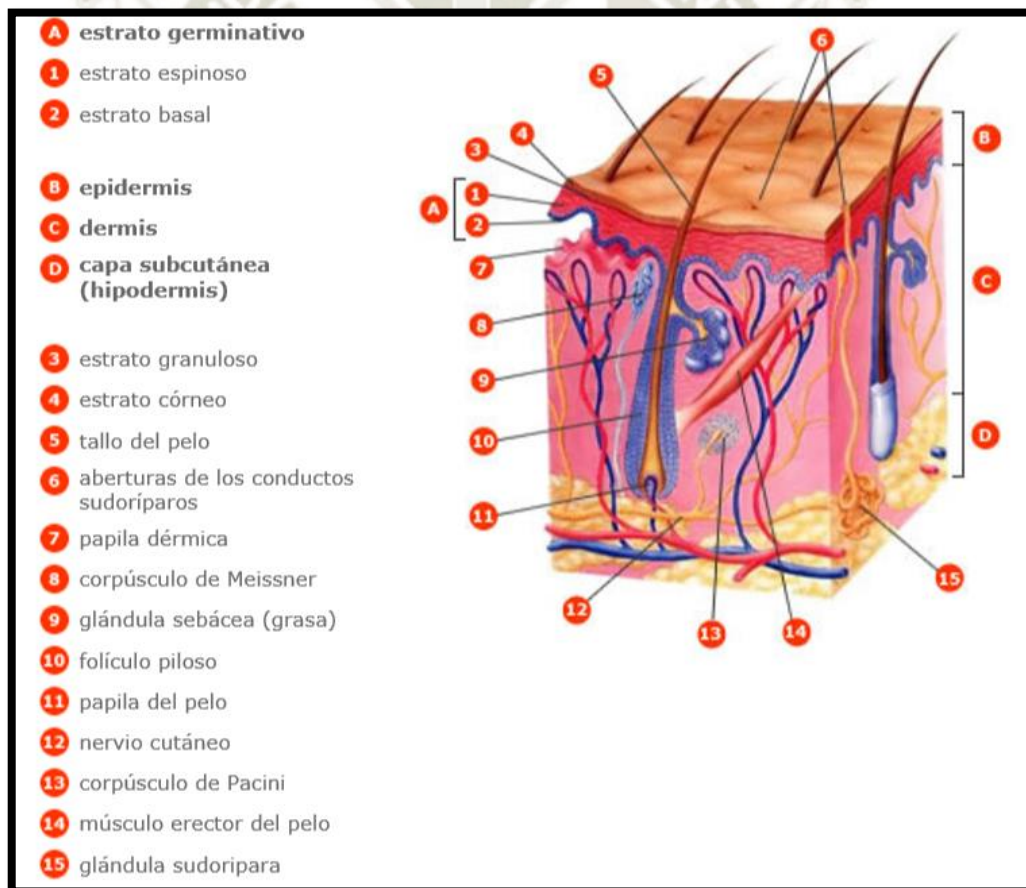


Fig. 1 Estructura de la piel (4)

1.1.1. EPIDERMIS

La epidermis, compuesta por epitelio plano estratificado y queratinizado, posee en la mayor parte del cuerpo 4 capas, pero en zonas donde la piel es más gruesa como palmas de manos y plantas de los pies posee 5 capas (**Fig. 2**) las cuales son:

- **Estrato basal o germinativo**, representado por una monocapa de células cuboidales o cilíndricas, que contiene células madres (*stem cells*), las cuales por mitosis originan queratinocitos. Los queratinocitos se desplazan hacia la superficie externa hasta que se convierten en células maduras queratinizadas y se descaman.
- **Estrato espinoso**, contiene de 8-10 capas de células con prolongaciones citoplasmáticas en forma de espinas que se unen entre sí por desmosomas.
- **Estrato granuloso**, contiene de 2-4 capas de células con abundantes gránulos de queratohialina, los cuales se tiñen intensamente y son fácilmente observados en cortes histológicos.
- **Estrato lúcido**, los queratinocitos no poseen núcleo y en su citoplasma se encuentra la eleidina que es una sustancia precursora de la queratina y representa una barrera contra el agua. Este estrato se encuentra solamente en la piel gruesa.
- **Estrato córneo o queratinizado**, es la capa más gruesa de células planas y delgadas muertas, completamente llenas de queratina (proteína hidrófoba) que se desprenden continuamente y son reemplazadas por otras células de los estratos profundos, este proceso es conocido como queratinización.

Los 4 tipos principales de células que se encuentran en la epidermis son:

- **Queratinocitos**, son las células más abundantes de la epidermis y se encargan de la producción de queratina y de crear una barrera protectora contra el agua. En su estructura poseen numerosos desmosomas que mantienen la cohesión y la integridad de la epidermis. En cuanto a la reparación de heridas, estas células se desplazan a la superficie de la zona dañada debido a su desconexión de la membrana basal (pérdida de los hemidesmosomas y cambio en la expresión de integrinas) y por la recepción de citocinas liberadas por otras células.
- **Melanocitos**, son células que se originan en la cresta neural y forman una estrecha asociación con los queratinocitos a través de sus prolongaciones dendríticas.

Tienen capacidad para producir y distribuir melanina por lo cual son importantes en la pigmentación de la piel.

- **Células de Langerhans**, derivan de la médula ósea y migran hacia la epidermis interviniendo en las respuestas inmunológicas donde actúan como macrófagos presentando los antígenos a las células T. Además, las células de Langerhans participan en la iniciación de las reacciones de hipersensibilidad cutánea por contacto (dermatitis alérgica por contacto).
- **Células de Merkel**, son un tipo de células que se encuentran en el estrato basal de la epidermis, están unidas a los queratinocitos mediante desmosomas. Las células de Merkel hacen contacto con la terminal de una neurona sensitiva e intervienen en las sensaciones cutáneas. (5)



Fig. 2 Estructura de la epidermis en un corte histológico (6)

1.1.2. DERMIS

Está compuesta por tejido conectivo denso, conteniendo fibras de colágeno y elastina en las que se encuentran elementos celulares como fibroblastos, macrófagos y mastocitos; además de los diferentes vasos sanguíneos, linfáticos, nervios, glándulas subcutáneas y folículos pilosos.

La dermis se divide en dos capas:

- **Estrato papilar**, es la más superficial que limita con la epidermis. Consiste en tejido conjuntivo laxo que contiene fibras elásticas y muestra papilas que se proyectan en el interior de la epidermis. Aquí se encuentran los corpúsculos de Meissner, vasos sanguíneos que irrigan, pero no penetran la epidermis y terminaciones nerviosas.
- **Estrato reticular**, es la capa más profunda, más gruesa y menos celular que el estrato papilar. Consiste en haces gruesos e irregulares de colágeno y fibras elásticas las cuales forman líneas regulares de tensión denominadas líneas de Langer que juegan un papel importante en la cicatrización debido a que las incisiones paralelas a estas líneas cicatrizan mejor.

1.1.3. HIPODERMIS

Debajo de la capa reticular de la dermis se encuentra el panículo adiposo que junto con tejido conectivo laxo forman la hipodermis. Aquí se encuentran los adipocitos llenos de lípidos que tienen como función el aislamiento térmico y la reserva nutricional, además la vitamina D se produce en las células grasas de la hipodermis en presencia de luz solar. La hipodermis contiene vasos sanguíneos y vasos linfáticos, así como nervios, glándulas sudoríparas, glándulas sebáceas y raíces capilares.

1.2. FUNCIONES

- Función de barrera, impide la penetración de agentes tóxicos, radiaciones ultravioletas y microorganismos.
- Función sensorial, brinda funciones de percepción múltiple como: sensitivas, informativas y protectoras.
- Función homeostática, regula la temperatura corporal y la deshidratación
- Función metabólica, interviene en el metabolismo de la vitamina D a moléculas precursoras.
- Función inmunológica, mediante las células de Langerhans
- Función excretora, por medio de glándulas sudoríparas (7)

2. HERIDAS

Una herida es una lesión con solución de continuidad de la cubierta cutáneo-mucosa con los tejidos subyacentes. Se puede identificar y describir las características de una herida estableciendo un diagrama de valoración que incluyen parámetros como: aspecto, extensión, profundidad, exudado, tejido esfacelado o necrótico, tejido de granulación, edema, dolor y piel circundante

Existen heridas de mayor o menor jerarquía y profundidad; las heridas simples o superficiales son aquellas que no sobrepasan el tejido celular subcutáneo, sin pérdida de sustancia y bordes fáciles de cicatrizar; sin embargo, también existen heridas compuestas o profundas que sobrepasan capas más profundas incluyendo músculos, paquetes nerviosos y vasculares. (8)

2.1. CLASIFICACIÓN DE HERIDAS

Morfológicamente las heridas pueden clasificarse en:

- **Contusa**, es una herida sin bordes netos, de trazado anfractuoso y hecha por un agente vulnerante romo, en la anatomía patológica se observan como signos de anoxia tisular.
- **Punzante**, se da cuando el agente vulnerante tiene punta aguda y vence la elasticidad y resistencia de los tejidos lesionados.
- **Incisa**, es un tipo de herida con bordes netos, producida por un agente filoso. Se caracteriza por el corte de tejidos, vasos o nervios por lo cual existe hemorragia.
- **Por arma de fuego**, el proyectil al desplazarse con gran velocidad genera una onda de presión que al hacer impacto ocasiona la atricción y elongación de los tejidos periféricos al orificio produciendo su desgarramiento y mortificación.
- **Por arma blanca**, heridas producidas por cuchillos o bayonetas que pueden ser penetrantes, perforantes desgarradoras o anfractuosas. (9)

Según el tiempo de curación las heridas pueden ser:

- **Agudas**, son heridas que se reparan a sí mismas siguiendo una vía de cicatrización oportuna y ordenada, cuyo resultado conlleva a la restauración funcional y

anatómica. El curso temporal de la cicatrización generalmente oscila entre 5 y 10 días, o dentro de los 30 días.

- **Crónicas**, son aquellas que no logran progresar en las etapas normales de cicatrización de forma ordenada y oportuna. Presentan un proceso de cicatrización incompleto y perturbado por diversos factores como infección, hipoxia tisular, necrosis, exudado y exceso de niveles de citoquinas inflamatorias. (10)

2.2. TRATAMIENTO DE HERIDAS

Desde la antigüedad se utilizaron remedios caseros para el tratamiento de heridas, hasta que en 1867 se empezaron a utilizar los apósitos antisépticos con ácido carbólico.

Un *apósito* es el conjunto de elementos antisépticos y asepticos colocados sobre una herida quirúrgica o traumática con la finalidad de protegerla y aislarla.

Los apósitos pueden ser:

- **Absorbentes**, dentro de los cuales se encuentran las gasas, que permiten la eliminación de exudados y evitan la maceración, y las espumas que proporcionan protección y absorción de exudado.
- **Oclusivos**, que a su vez pueden ser no biológicos (películas, alginatos, hidrocoloides e hidrogeles), y biológicos (sustitutos cutáneos, homoinjertos, xenoinjertos, amnios). Todos actúan reteniendo la humedad y como barrera de protección frente a microorganismos.

También son ampliamente utilizadas las cremas, pomadas y soluciones, algunas categorías son:

- **Antibacterianos**, utilizados en el tratamiento de heridas infectadas. Ejemplos: ácido acético, sol. De Dakin, antibacterianos yodados, nitrato de plata, sulfadiacina argénica, etc.
- **Antibióticos**, se utilizan en heridas infectadas, lubrican la superficie de la herida, y tienen características oclusivas. Ejemplos: neomicina, bacitracina, sulfato de polimixina B, neosporina, polisporina.
- **Enzimáticos**, se encargan de eliminar tejido necrosado. Ejemplos: colagenasa, sutilaína, papaína. (9)

3. CICATRIZACIÓN

La cicatrización es un proceso dinámico, interactivo y complejo, en el cual participan mediadores solubles extracelulares, células sanguíneas, células de la matriz tisular y del parénquima; para el restablecimiento del tejido lesionado. (11)

3.1. TIPOS DE CICATRIZACIÓN

La **Fig. 3** muestra los diferentes tipos de cicatrización

- **Reparación por primera intención:**

Se observa en lesiones cerradas en que se aproximan los bordes, los cuales se cierran inmediatamente con sutura simple o mediante el cierre con un colgajo; corresponde a la reparación de una laceración o el cierre de la herida al término de un procedimiento quirúrgico.

- **Reparación por segunda intención:**

Se da cuando no existe aposición de los bordes como son los casos de quemaduras y lesiones infectadas que se dejan abiertas para que se granulen. El tejido de granulación llena la herida la cual se contrae y muestra revitalización.

- **Reparación por tercera intención:**

Llamada también primaria tardía, se observa cuando una herida se deja abierta por encontrarse infectada y posteriormente es cerrada mediante una intervención quirúrgica. (12)

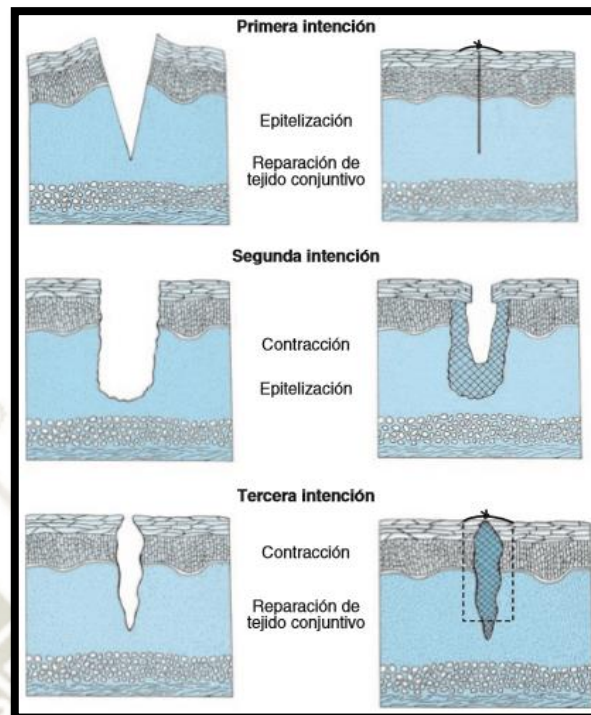


Fig. 3 Tipos de cicatrización (13)

3.2. FASES DE LA CICATRIZACIÓN

La **Fig. 4** describe el proceso de cicatrización.

3.2.1. FASE INFLAMATORIA

En esta primera fase se da la hemostasia e inflamación con la finalidad de limitar los daños, detener la hemorragia, sellar la superficie de la herida y retirar cualquier tejido necrótico, bacterias o restos extraños.

- **Hemostasia:** Luego de producida la lesión se da la vasoconstricción, quedan al descubierto productos hísticos tromboplásticos y se da inicio a la cascada de coagulación y complemento. La exposición del colágeno IV y V propician la agregación plaquetaria, las plaquetas liberan sustancias biológicamente activas para la reparación del daño, los gránulos alfa contienen factores de crecimiento derivado de plaquetas PDGF, factor de crecimiento transformador beta TGF-B, fibronectina, fibrinógeno, tromboespondina y factor Von Willebrand. Los cuerpos densos contienen aminas vasoactivas como la serotonina que dan lugar a la vasodilatación e intensifican la permeabilidad vascular. La cascada de la coagulación se inicia a través de la vía intrínseca y extrínseca, con la

activación plaquetaria los fosfolípidos de la membrana fijan al factor X, se genera una actividad de protombinasa unida a la membrana para la producción de trombina la cual sirve de catalizador para la formación de fibrinógeno en fibrina, la cual atrapa eritrocitos formando un coagulo.

- **Leucocitos:** Al incrementar la permeabilidad vascular debido a la liberación de histamina y serotonina, los leucocitos se activan y experimentan quimiotáxis para adherirse al endotelio de la lesión. Gracias a los factores del complemento como C5a y el leucotrieno B4 se da la adherencia de neutrófilos. Las células endoteliales y los monocitos producen mediadores de la inflamación como interleucina 1 y factor de necrosis tumoral alfa, los cuales ayudan en la adherencia de neutrófilos. Gracias a los factores quimiotácticos y sus señales los neutrófilos migran por diapédesis liberando el contenido de sus lisosomas y enzimas como la elastasa y proteasas para facilitar la migración de neutrófilos. Conforme se libera la cascada del complemento y se opsonizan bacterias, los neutrófilos gracias a sus receptores celulares reconocen y fagocitan microorganismos.

- **Linfocitos:** Los linfocitos tienen una función importante en la resolución de la inflamación de heridas muy contaminadas. Los macrófagos presentan a los linfocitos las bacterias o proteínas del hospedador; esto estimula la proliferación de los linfocitos y liberación de citocinas. El interferón gamma es un mediador importante de heridas crónicamente abiertas que no progresan.

- **Macrófagos:** Los macrófagos coordinan la liberación de citocinas y estimulan procesos importantes en la cicatrización. Los monocitos se convierten en macrófagos en las heridas. El macrófago continuo el trabajo de fagocitosis del neutrófilo gracias a que, al activarse, los macrófagos liberan radicales libres aumentando la actividad bactericida. (14)

3.2.2. FASE PROLIFERATIVA

Esta fase está caracterizada por la formación de un tejido de granulación constituido por un lecho capilar, macrófagos, fibroblastos, colágeno, fibronectina y ácido hialurónico.

-**Angiogénia:** La angiogénesis es el proceso mediante el cual se forman nuevos vasos sanguíneos. Después de producida la lesión las células endoteliales degradan la membrana basal de vénulas poscapilares permitiendo que las células epiteliales migren a través de

esta brecha, las células endoteliales migratorias se dividen y forman túbulos o luces; finalmente se deposita una membrana basal y se forma un capilar maduro.

La heparina estimula la migración de las células endoteliales de los capilares, la heparina presenta una afinidad de fijación hacia factores angiogénicos. Los factores de crecimiento de los fibroblastos (FGF), estimulan la angiogénesis, el FGF básico es depositado en la matriz extracelular fijándose a la heparina, de esta forma se libera FGF a medida que se degrada la membrana basal dando inicio a la cascada angiogénica.

La proliferación de células endoteliales es estimulada por el factor de crecimiento epidérmico y el TGF alfa; el TGF beta es un factor quimiotáctico de fibroblastos. Existen varios materiales en la matriz de la herida que son angiógenos como la fibronectina y el ácido hialurónico.

- **Fibroplasia:** Posteriormente producida la lesión los fibroblastos son atraídos por quimiotáxis hacia el foco inflamatorio, donde se dividen y producen componentes de la matriz extracelular. Debido a estímulos de citosinas y factores de crecimiento, los fibroblastos que se encuentran detenidos en fase G₀, se replican y proliferan. Los monocitos y las plaquetas por liberación de PDGF estimulan la proliferación de fibroblastos. Los fibroblastos liberan FGF básico y estimulan la proliferación de la misma línea celular. La interacción de diferentes líneas celulares y citosinas dan como resultado la proliferación de fibroblastos que caracterizan a la hendidura de una herida.

- **Epitelización:** La epidermis forma una barrera que evita la pérdida de líquido y protege contra invasión bacteriana. La capa basal de la epidermis se une a la membrana basal mediante hemidesmosomas. La epitelización implica varios cambios en los queratinocitos: desprendimiento, migración, proliferación, diferenciación y estratificación. Las células reciben una señal para migrar, se aflojan las uniones con células vecinas y las células epiteliales que están en el borde libre de la migración se vuelven fagocíticas. Luego que se da una reepitelización completa en la hendidura de la herida, las células se vuelven cilíndricas y nuevamente se depositan en capas, el epitelio migra bajo el tejido necrótico y el material extraño; conforme comienza la migración las células epiteliales adquieren uniones intercelulares comunicantes. La superficie de la hendidura de la herida se cubre con fibronectina, laminina y colágeno tipo IV. Cuando se repara la herida el receptor para fibronectina ya no se expresa y las células epiteliales se dividen y estratifican.

- **Síntesis de colágeno y matriz extracelular:** La producción de colágeno es iniciada por activación del factor de crecimiento estimulante de fibroblastos y depende de varios factores: hierro ferroso, vitaminas C y A, zinc, cobre y O₂.

La matriz intersticial es producida por los fibroblastos y otras células. Los proteoglicanos (principal componente de la matriz) son compuestos de glucosaminoglicanos y proteínas, estas moléculas brindan apoyo a las células, proporcionan turgencia a la piel y facilitan la interacción intercelular. La elastina se encuentra en el tejido conjuntivo y en la matriz extracelular, la fibra elástica depende de interacciones hidrófobas para su elasticidad, así brinda retracción elástica a la piel, vasos sanguíneos y ligamentos.

Todo esto da una matriz más rígida en los estadios iniciales de la cicatriz, con la maduración de la misma disminuye su concentración con la consiguiente pérdida de rigidez.

3.2.3. FASE DE MADURACIÓN

Las heridas se contraen para reducir la cantidad de cicatriz desorganizada. Si bien la contracción de la cicatriz es normal, no lo es la contractura de la misma; ya que esta vendría a ser una limitación funcional como consecuencia de una cicatriz excesiva. Esto se debe a una interacción compleja de los materiales extracelulares y fibroblastos, utilizando una malla de colágeno repoblada con fibroblastos.

Los fibroblastos o miofibroblastos representan una característica en enfermedades caracterizadas por fibrosis excesiva.

Una vez cicatrizada la herida esta se remodela y madura, disminuye la población de fibroblastos y la red capilar densa se retrae; aumenta la resistencia de la herida y luego se estabiliza. (15)

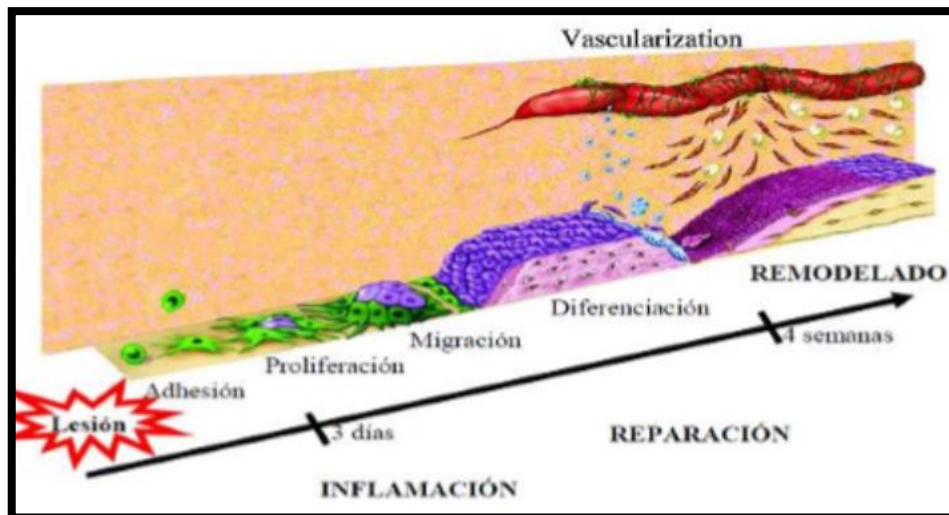


Fig. 4 Proceso de cicatrización (16)

3.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE CICATRIZACIÓN

3.3.1. FACTORES LOCALES

- Disminución del flujo sanguíneo o isquemia y su consecuente hipoxia.
- Tensión incrementada en la piel; contractura.
- Pobre aposición quirúrgica.
- Presencia y reacción a un cuerpo extraño.
- Infección y presencia continua de microorganismos.

3.3.2. FACTORES GENERALES O SISTÉMICOS

- Edad avanzada e inmovilidad general.
- Obesidad.
- Desnutrición, malnutrición o deficiencia de vitaminas y elementos traza.
- Diabetes mellitus.
- Choque de cualquier etiología.
- Medicamentos: Adriamicin, glucocorticoides, inmunosupresores y anticoagulantes.

- Desordenes hereditarios de neutrófilos.
- Malacoplakia; actividad lesionada de los macrófagos.
- Deficiencia en la adhesión de leucocitos.
- Radiaciones ionizantes. (17)

4. PALMA DE COCO: *Cocos nucifera* L.

4.1. SINÓNIMOS: Cocotero, coco de agua, coconut palm.

4.2. BOTÁNICA

4.2.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

El ITIS o Sistema Integrado de Información Taxonómica, es un organismo internacional que suministra información confiable y actualizada sobre la taxonomía de especies biológicas mediante una base de datos, catálogos e enciclopedias accesibles.

La clasificación taxonómica para la palma de coco según el sistema ITIS sería:

Reino: Plantae

Subreino: Viridiplantae

Infrarreino: Streptophyta

Superdivisión: Embryophyta

División: Tracheophyta

Subdivisión: Spermatophytina

Clase: Magnoliopsida

Superorden: Lilianae

Orden: Arecales

Familia: Arecaceae

Género: *Cocos* L

Especie: *Cocos nucifera* L. (18)



Fig. 5 Especie de *Cocos nucifera* L. (19)

4.2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

La palabra coco proviene del portugués “cocu” que significa macaco, debido al parecido del fruto con la cara de un mono o mico. Por su presencia y largo historial en las regiones tropicales y subtropicales de todos los continentes, no hay certeza sobre su centro de origen. (Fig. 5)

Se cree que la palma de coco original fue de gran talla y con cocos de gruesa corteza; se pueden encontrar plantas de este tipo que crecen en forma natural en Filipinas. Las variedades más productivas de porte enano, con frutos grandes y jugosos, serían el resultado del proceso de selección humana.

Cocos nucifera L. crece en las costas de todos los países tropicales, aunque se encuentra más distribuido en regiones tropicales y subtropicales de África, el Caribe y América del Sur. (20)

4.2.3. DESCRIPCIÓN

Palmera que mide entre 12 a 25 m de altura, con grandes hojas agrupadas en la copa en forma de penacho. Sus hojas son pinnadas, de hasta 6 m de largo, colgantes y cortamente pecioladas, presenta peciolos cóncavos y pinnas lanceado-lineales, acuminadas y brillantes en la cara superior.

Es una planta monoica, con flores masculinas y femeninas agrupadas en una inflorescencia envuelta por una bráctea o espádice axilar (**Fig. 6**).



Fig. 6 Inflorescencia de la palma de coco (19)

El fruto es una dupra de tres caras, oval, monosperma de hasta 30 cm de diámetro y con un peso de aproximadamente 1.5 kg; presenta un pericarpio fibroso y endocarpio óseo, con tres huecos o poros en la base y alburno comestible (**Fig. 7**).

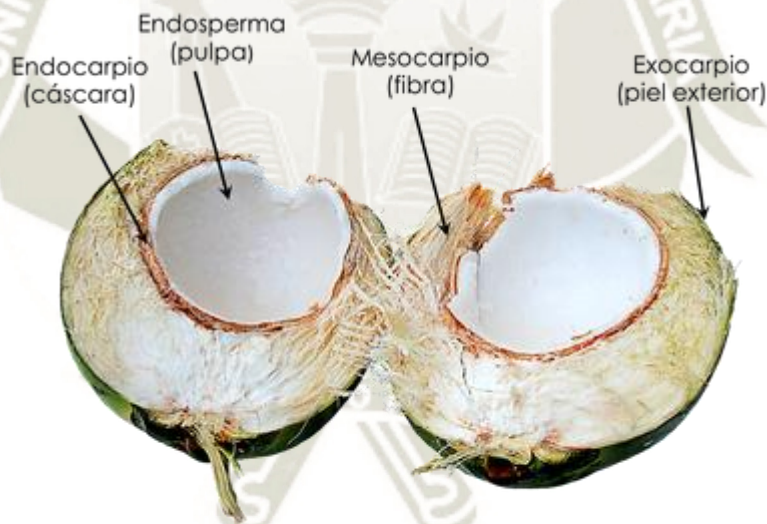


Fig. 7 Partes del coco (21)

4.3. COMPOSICIÓN

La composición del coco depende de su grado de madurez, su principal componente es la grasa rica en ácidos grasos saturados, por esta razón tiene un valor energético elevado con respecto a otras frutas. Aporta una mínima cantidad de carbohidratos y proteínas, pero es

rico en sales minerales como magnesio, fosforo y potasio. Otros componentes son la fibra y vitaminas como la vitamina E de acción antioxidante.

Del coco se obtienen muchos productos, destacando entre ellos:

- **Agua de coco o endosperma líquido**, es una bebida isotónica natural, translúcida e incolora, con un pH de 5 a 5,4 y que posee un sabor y olor característico al de la fruta. El agua de coco maduro tiene una concentración de sólidos totales de 4 a 6%, que en un 95% son azúcares y 2% sólidos orgánicos, siendo el resto es agua y minerales. El contenido nutricional del agua de coco se observa en la **Tabla N°1** (22)

Tabla N° 1
Contenido nutricional del agua de coco por cada 100 ml (22)

Componente	Contenido
Energía (kcal)	20
Proteínas (mg)	0.1
Carbohidratos (mg)	5.5
Lípidos (gr)	0.05
Sodio (mg)	25
Potasio (mg)	160
Cloro (mg)	20
Calcio (mg)	5
Fósforo (mg)	0.4
Magnesio (mg)	0.45

- **Leche de coco**, es una emulsión obtenida de la extracción acuosa del endospermo del fruto o carne, contiene básicamente agua y grasa con baja cantidad de proteínas, carbohidratos, fibras y ceniza. Alrededor del 95 % de los lípidos son de cadena saturadas, representadas en su mayoría por el ácido láurico. Su composición se muestra en la **Tabla N°2** (23)

TABLA N° 2

Composición de la leche de coco (23)

Nutrientes (%)	
Humedad	67,62
Proteína	2,29
Lípidos totales	23,84
Cenizas	0,72
Carbohidratos	5,54
Fibra dietética total	2,2
Azúcar total	3,34
Lípidos (%)	
Ácidos grasos saturados totales	21,14
Capríco	1,33
Láurico	10,58

- **Aceite de coco**, es el componente más apreciado, está constituido en un 90% de ácidos grasos saturados dentro de los que destaca el ácido láurico, mirístico, caprílico y palmítico. Debido a que contiene sólo alrededor del 10% de ácidos grasos no saturados es extremadamente resistente a la ranciedad. La composición de ácidos grasos se muestra en la **Tabla N°3**

TABLA N° 3

Ácidos grasos presentes en el aceite de coco (24)

Ácidos Grasos Saturados	%	Ácidos Grasos Insaturados	%
- Caprílico	8.34	- Oleico	6.24
- Capríco	7.19	- Linoleico	7.19
- Láurico	47.31	Total	13.43
- Mirístico	17.0		
- Palmítico	8.85		
- Esteárico	2.27		
Total	90.96		

Las propiedades del aceite de coco dependen de su composición en ácidos grasos así como en la forma en que estos se combinan con el glicerol en triglicéridos mixtos como: glicéridos completamente saturados (84%), glicéridos mono-oleo-disaturados (12%) y glicéridos di-oleo-monosaturados (4%). Se encuentran miristodilaurina, lauromiristopalmitidina, caprolauromiristina y caprodilaurina. (24)

4.4. USOS

- El mesocarpio fibroso es usado en decocción como purgante y antihelmíntico.
- El endocarpio pulposo es ampliamente utilizado en la alimentación.
- La copra desecada se utiliza en repostería.
- El estípite o tallo utilizado en la construcción de casas y canoas.
- Sus fibras son utilizadas en la fabricación de cuerdas y cepillos.
- El agua de coco es una bebida natural con propiedades diuréticas, laxantes, antibacterianas, antiprotozoarias y con gran efecto electrolítico.
- La manteca de coco tiene propiedades emolientes por lo cual es usado en la hidratación y reparación de la piel.
- El aceite de coco, por su alto contenido de ácido láurico y otros ácidos grasos de cadena corta, que le otorgan características especiales, tiene preferencia en el mercado, respecto de otros aceites vegetales, debido al amplio rango de posibilidades para consumo directo y en la industria .

Posee un amplio uso dermatológico y cosmético, constituyendo la base para fabricación de cremas, pomadas y leches cutáneas.

En cuanto a su uso alimentario, fortalece el sistema inmunológico, acelera el metabolismo, evita la formación de caries y úlceras bucales, mejora el nivel de colesterol reduciendo enfermedades cardiovasculares y es recomendado en pacientes con Alzheimer y en diabéticos. (25)

5. GRASAS

5.1. LÍPIDOS

Los lípidos son un grupo de compuestos químicamente diferentes que son solubles en disolventes orgánicos como el hexano, cloroformo, tetracloruro de carbono, éter de petróleo y éter etílico; y escasamente solubles en agua.

Los lípidos alimentarios que se encuentran en estado sólido o semisólido a temperatura ambiente son llamados grasas, mientras que los que se encuentran en un estado líquido son denominados aceites. Los lípidos pueden clasificarse en polares como los fosfolípidos, y no polares como triacilgliceroles y colesterol; ambos grupos presentan diferencias en cuanto a su solubilidad y propiedades funcionales. Además, las grasas alimentarias también pueden ser clasificadas según su origen en vegetales y animales.

Los componentes lipídicos mayoritarios son: ácidos grasos, acilgliceroles, fosfolípidos, esfingolípidos, esteroides, ceras, entre otros.

5.1.1. ÁCIDOS GRASOS

Los ácidos grasos son ácidos carboxílicos que constan de cadenas hidrocarbonadas de longitud y grado de insaturación variables. Los ácidos grasos se encuentran en formas libres y esterificados al glicerol como componentes de los lípidos.

5.1.1.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS

- Ácidos grasos saturados

En los ácidos grasos saturados todos los átomos de carbono están unidos a dos átomos de hidrógeno, es decir, que están “saturados” de hidrógeno. Los enlaces entre átomos de carbono son simples confiriéndole una estructura rectilínea a la molécula. Este tipo de grasas provienen del reino animal a excepción del aceite de coco y el de cacao. Su consumo está relacionado con un aumento del colesterol LDL y con la aparición de enfermedades cardiovasculares.

- Ácidos grasos insaturados

Estos ácidos grasos provienen en su mayoría del reino vegetal y son líquidos a la temperatura ambiente. Poseen generalmente un número par de átomos de carbono y estructuralmente están formados por dobles enlaces. Su consumo tiene múltiples beneficios en la salud y ayuda a disminuir los niveles de colesterol LDL. Los ácidos grasos insaturados pueden ser monoinsaturados o poliinsaturados. (Fig.8)

Los ácidos monoinsaturados, son ácidos grasos de cadena carbonada que poseen una sola insaturación, o doble enlace carbono-carbono en su estructura. Dentro de este grupo se

encuentra el aceite de oliva principalmente formado por ácido oleico (omega 9), y el aceite de canola.

Los ácidos Poliinsaturados, son ácidos grasos que poseen más de un doble enlace entre sus carbonos. El ácido graso poliinsaturado más frecuente es el ácido linoleico (omega 3, omega 6) presente en altas proporciones en el aceite de girasol y en el de uva.

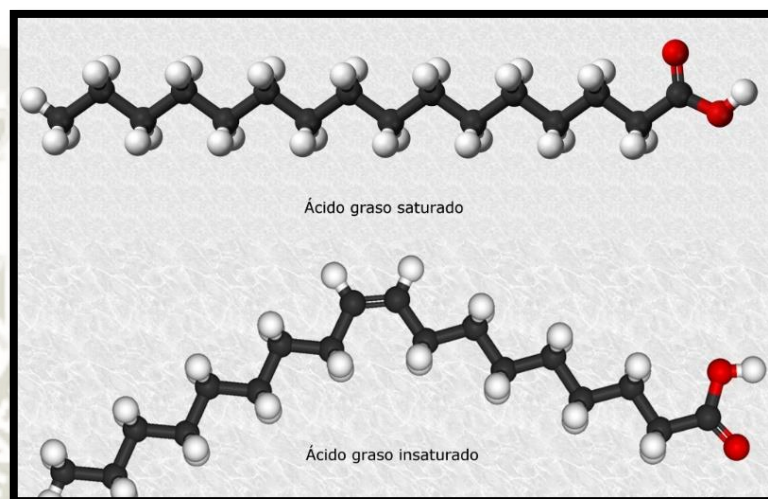


Fig. 8 Estructura de un ácido graso saturado e insaturado (26)

- Ácidos grasos isoméricos

Se originan generalmente cuando los aceites vegetales insaturados se hidrogenan parcialmente para producir grasas más sólidas, más plásticas o más estables.

Los ácidos grasos cis, no son cadenas rectas, sino que poseen un "codito" en el punto donde está el doble enlace. La mayoría de los ácidos grasos naturales poseen configuración cis.

Los ácidos grasos trans, son ácidos grasos insaturados en los cuales los dos átomos de hidrógeno están uno a cada lado del doble enlace, lo que hace que la molécula sea rectilínea. Se encuentran en alimentos industrializados (margarina) que han sido sometidos a hidrogenación, con el fin de solidificarlos. **(Fig.9)**

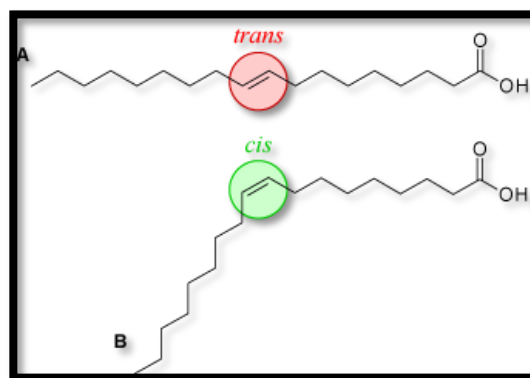


Fig. 9 Estructura de los ácidos grasos trans y cis (27)

A: ácido elaidico (*trans*) y B: ácido oleico (*cis*)

- Ácidos grasos esenciales

Los ácidos grasos esenciales son aquellos que el organismo no puede sintetizar pero que son necesarios para el ser humano, por lo cual deben de obtenerse de los alimentos. Se trata de ácidos grasos poliinsaturados como el ácido linoleico (Omega-6) y el ácido linolénico (Omega-3), los cuales deben de incluirse en la dieta. (28)

5.1.1.2. REACCIONES QUÍMICAS COMUNES DE LOS ÁCIDOS GRASOS

a) Hidrólisis: La hidrólisis es la reacción del agua con una sustancia como las grasas, dando como resultado ácidos grasos libres. La hidrolisis parcial da lugar a monoglicéridos y diglicéridos y cuando se lleva a cabo completamente genera glicerol y ácidos grasos. Tiene lugar en la unión entre los ácidos grasos y la porción de glicerol; esta reacción se acelera por las altas temperaturas y presiones.

b) Hidrogenación: Tiene lugar en los puntos de insaturación o dobles enlaces, el hidrogeno se añade directamente a los puntos de insaturación de los ácidos grasos en presencia de un catalizador. Esta reacción es usada para obtener productos grasos con un sabor más estable y minimizar la oxidación, optimizando de esta forma las propiedades de las grasas y aceites.

c) Oxidación: La oxidación tiene lugar en los dobles enlaces o puntos de insaturación igual que la hidrogenación. Esta es la reacción del aceite o de la grasa con el oxígeno del aire. Los productos que contiene mayor cantidad de ácidos grasos insaturados son más propensos a la oxidación.

Aunque en términos generales la oxidación es un proceso lento, este se incrementa con el aumento de temperatura, exposición al oxígeno, presencia de luz y contacto con materiales pro-oxidantes

d) Polimerización: Es la reacción de una grasa con ella misma, se combinan moléculas pequeñas para dar origen a otras más grandes. La polimerización puede darse en los puntos de insaturación o en la unión del ácido graso y el glicerol.

e) Esterificación: Es considerada la reacción inversa a la hidrólisis, y es la combinación de ácidos grasos libres con glicerol para formar triglicéridos. Una reacción importante es la que implica la producción de monoglicéridos y diglicéridos a partir de triglicéridos y glicerol.

f) Interesterificación: Es una migración o intercambio de radicales de ácidos grasos de una grasa a otra; este intercambio de esteres puede darse al azar o ser dirigida en presencia de un catalizador. Esta reacción se utiliza para el desarrollo de moléculas nuevas de grasa con propiedades específicas.

g) Halogenación: Los halógenos como yodo, bromo y cloro, pueden ser adicionados a los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados.

h) Isomerización: Los isómeros están compuestos por los mismos elementos combinados en las mismas proporciones, poseen la misma fórmula molecular pero diferente estructura. En los ácidos grasos pueden darse isomerismo geométrico o posicional. (29)

5.1.1.3. ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES

Los aceites y grasas comestibles pueden ser de origen animal, vegetal, o sus mezclas, que reúnan las características y especificaciones estipuladas en la reglamentación.

Por su naturaleza u origen se clasifican de la siguiente manera:

A) Grasas y aceites de origen vegetal

Los que se obtienen de frutos o semillas oleaginosos y pueden ser:

- **Aceites vegetales**, la composición química de los aceites vegetales corresponde en la mayoría de los casos a una mezcla de 95% de triglicéridos y 5% de ácidos grasos libres, de esteroides, ceras y otros componentes minoritarios. Estos aceites vegetales de acuerdo a los procesos de extracción, almacenamiento, hábitat, clima, altura, etc. pueden presentar diversos niveles de ácidos grasos.

Los principales aceites vegetales son el aceite de oliva, orujo de aceituna y aceites de semillas de oleaginosas. Los aceites de oliva son procedentes únicamente de los frutos del olivo (*Olea europaea*), el orujo de oliva es el residuo sólido o pasta que se obtiene en el proceso de elaboración del aceite de oliva (durante el prensado o centrifugado). Por otro lado, los aceites de semillas oleaginosas más comunes son: el aceite de girasol, soja, cacahuete, algodón, sésamo, etc.

- **Grasas vegetales**, las principales grasas vegetales son: manteca de coco (grasa procedente del fruto del cocotero *Cocos nucifera L.*), manteca de cacao, manteca de palma, grasa de palmiste, etc.

B) Grasas de origen animal

Son grasas que se obtienen de los depósitos adiposos de determinados animales. En este grupo se encuentran la mantequilla, manteca de cerdo, grasa de cerdo fundida, sebos comestibles, etc.

C) Grasas modificadas

Aquí se encuentran mezclas y emulsiones como: grasas anhidras, margarina, minarina, preparados grasos, etc. (30)

5.1.1.4. TECNOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE LOS ACEITES Y GRASAS

A) Extracción del aceite

La extracción de aceite de semillas o frutos secos puede realizarse por dos métodos: prensado y extracción con solventes. El uso de solventes como el hexano, es más efectivo y se obtiene una extracción más completa que la lograda por prensado, igualmente es más rápido y más caro en comparación con el proceso de extracción mecánica.

Actualmente hay un incremento en la demanda de nuevas técnicas de extracción con tiempos cortos, reduciendo el consumo de disolventes orgánicos y la contaminación, algunos ejemplos son: extracción asistida por ultrasonidos, por microondas, acelerada con disolventes y la extracción con fluidos supercríticos. (31)

B) Refinamiento del aceite

El primer paso del refinamiento es el **desfangado**, donde se eliminan impurezas sólidas por medio de centrifugas de descarga. Después de esto sigue el **desgomado** que es el proceso donde se eliminan los fosfolípidos por adición de agua a temperatura y tiempo determinado, seguidamente se procede al decantado, filtrado o centrifugado con la finalidad de eliminar las gomas formadas por los fosfolípidos y el agua. Posteriormente se realiza la **neutralización** con la finalidad de eliminar ácidos grasos libres que puedan alterar el sabor y reducir la vida útil del aceite, para esto se hace reaccionar el aceite con una sustancia alcalina lo que conduce a la formación de jabones que se eliminan separando las fases oleosa y acuosa. El siguiente paso es la **decoloración** o blanqueado mediante el cual se eliminan colores originados por pigmentos, se mezcla el aceite caliente con adsorbentes como arcillas neutras, carbón activo o tierras activadas, luego el adsorbente es eliminado por filtración. Se prosigue con la **desodorización** para eliminar compuestos aromáticos indeseables sometiendo al aceite a arrastre con corriente de vapor a altas temperaturas y bajas presiones. El paso final es la **winterización**, para obtener un aceite de mayor nitidez, que no presente sustancias como estearinas, ceras y esteroides que provocan turbidez y precipitados en el aceite. (32)

6. FORMAS DE ADMINISTRACIÓN SOBRE LA PIEL

Sobre la piel pueden aplicarse numerosas formulaciones de diversa naturaleza fisicoquímica, ya sea con fines terapéuticos o cosméticos.

- **Formas líquidas:** Dentro de este grupo se encuentran las soluciones, suspensiones o emulsiones.
- **Formas sólidas:** Aquí podemos encontrar polvos suavizantes y lubricantes, así como barras con sustancias medicamentosas.

- **Formas semisólidas:** Son el grupo más amplio dentro de las formulaciones de aplicación para la piel y mucosas, aquí se encuentran las pomadas, cremas, geles y pastas. (33)

6.1. FORMAS FARMACÉUTICAS SEMISOLIDAS

Este es un grupo de preparados farmacéuticos muy heterogéneo, caracterizado por su consistencia. Son aplicados sobre la piel o mucosas con la finalidad de ejercer una acción local, o dar lugar a la penetración de los fármacos que contienen. Constan de un excipiente, donde se disuelven o dispersan principios activos.

En general los sistemas semisólidos poseen buena adherencia, además de poseer un comportamiento reológico de tipo plástico, pero al aplicar una fuerza externa se deforman fácilmente y fluyen.

Todos los preparados de consistencia semisólida se encuentran englobados en la definición de “pomadas”, pero la Real Farmacopea Española (5^a ed.) según sus características fisicoquímicas y consistencia más o menos blandas, distingue las siguientes categorías de pomadas:

- **Pomadas propiamente dichas:** Constan de un excipiente de una sola fase en el que se dispersan sólidos o líquidos.

Las pomadas lipófilas o hidrófobas solo pueden absorber pequeñas cantidades de agua; aquí se emplean excipientes como parafina, vaselina, grasas de origen animal, aceites vegetales, ceras, glicéridos, etc.

Las pomadas que absorben cantidades considerables de agua son las llamadas absorbentes de agua, y sus excipientes son los usados en las pomadas hidrófobas a los cuales se incorporan emulgentes A/O.

Finalmente se encuentran las pomadas hidrófilas, elaboradas con excipientes miscibles con agua como polietilenglicoles, estas pomadas contienen cantidades significativas de agua.

- **Cremas:** Están constituidas por una fase lipófila y otra acuosa, en el caso de las cremas hidrófobas la fase externa o continua es la fase lipófila debido a los emulgentes A/O, en cambio en las cremas hidrófilas la fase continua es de naturaleza acuosa por sus emulgentes O/A.

- **Geles:** Están formados por líquidos gelificados gracias a agentes apropiados. Existen geles hidrófobos u oleogeles y geles hidrófilos.
- **Pastas:** Son de consistencia bastante elevada debido a que contienen grandes cantidades de sólidos finamente dispersos en el excipiente. (34)

6.1.1. POMADAS

6.1.1.1 CLASIFICACIÓN

Las pomadas según su uso terapéutico pueden ser:

- **Pomadas cobertoras,** su finalidad es proteger a la piel de agentes externos mediante la formación de una película impermeable que impide la respiración cutánea. El medicamento incorporado se libera difícilmente, por lo que su acción se limita a la superficie de la piel.
- **Pomadas protectoras,** impiden el contacto de sustancias dañinas del exterior con la piel y muestran poca penetración como las pomadas cobertoras. En este grupo se incluyen las pomadas protectoras de la luz (fracción roja de la luz solar).
- **Pomadas de penetración,** penetran regiones muy profundas de la piel donde liberan principios activos.
- **Pomadas de resorción,** son aquellas cuyos medicamentos migran a través de la piel al torrente sanguíneo.
- **Pomadas refrescantes,** actúan por extracción de calor como resultado de la evaporación, reduciendo así las sensaciones de calor y tensión.
- **Pomadas cosméticas,** sirven para el cuidado de la piel sana. (35)

6.1.1.2 EXIGENCIAS DE LAS POMADAS Y SUS BASES

Las pomadas están compuestas por una base de pomada como portador de medicamento y el medicamento o combinación de medicamentos.

Al momento de elegir la base de una pomada se debe tener en cuenta las propiedades del medicamento y los aspectos dermatológicos como el tipo de piel y textura de la zona de la piel a tratar.

Algunas de las exigencias generales que deben de reunir los excipientes de las pomadas son las siguientes:

- Estabilidad satisfactoria frente a factores ambientales para garantizar su conservación.
- Poseer buena tolerabilidad fisiológica, no ser irritantes ni sensibilizantes.
- Buena extensibilidad y consistencia.
- No poseer incompatibilidad con coadyuvantes y sustancias activas.
- Deben ceder adecuadamente al principio activo.
- No presentar caracteres organolépticos indeseables.

6.1.1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS EXCIPIENTES DE POMADAS

- **Excipientes hidrófobos**, son vehículos que poseen un carácter lipófilo o graso y pueden ser usados aislados o en mezclas. Poseen un carácter emoliente u oclusivo induciendo así la hidratación en la zona de aplicación y mantienen una capa acuosa en la interfase vehículo-piel como resultado de la acumulación de agua interna y sudor. Algunos ejemplos son las vaselinas y parafinas, grasas semisintéticas, ceras, aceites de origen vegetal y siliconas.
- **Bases de absorción anhidra**, estos excipientes no contienen agua y están constituidos por vehículos hidrófobos adicionados de emulgentes W/O, esta capacidad les confiere la presencia de un emulgente de bajo HLB en su composición. Aquí se encuentran sustancias hidrófobas como vaselinas, parafinas, lanolinas y sus derivados, y emulgentes sintéticos.
- **Emulsiones W/O**, las bases de absorción por incorporación de agua producen excipientes emulsión W/O. Son utilizados en la preparación de *cold-creams* (cremas refrescantes) o como vehículos de medicamentos penetrantes o tópicos.
- **Bases de emulsión O/W anhidras**, su carácter organoléptico más relevante es que son fácilmente eliminados por lavado con agua, por lo que son conocidos como excipientes lavables. Están constituidos por mezclas de vehículos grasos y emulgentes O/W con o sin componentes hidrófilos. Además de emulgentes se adicionan alcoholes grasos que mejoran la consistencia y estabilidad.
- **Emulsiones O/W**, se obtienen por adición de agua a diferentes bases de emulsión. Estos vehículos son lavables, no son tan oclusivos, pero son sensibles a la contaminación microbiana por lo que deben contener conservantes o antioxidantes.

- **Excipientes hidrófilos**, son vehículos sin grasa, no poseen capacidad oclusiva y no favorecen la penetración de fármacos; a pesar de esto tienen una acción favorable sobre los tejidos y son fácilmente eliminados mediante lavado. (36)



CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

1. CAMPO DE INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo de investigación, la obtención del aceite de *Cocos Nucífera L.*, se realizó en el laboratorio de farmacognosia H-103, el control de calidad del mismo en el laboratorio H-101, la elaboración de la forma farmacéutica en el laboratorio de farmacotécnia H-203 y el estudio de los animales de experimentación fue realizado en el bioterio, todos estos ubicados en la Universidad Católica de Santa María, Arequipa.

Además, la clasificación taxonómica del material vegetal utilizado fue realizada en el Herbarium (HUSA) perteneciente a la Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

- **Experimental:** Se extrae el aceite, se le realiza un control de calidad y se elabora una forma farmacéutica adecuada; posteriormente se evalúa el efecto cicatrizante.
- **Prospectivo:** Se espera que a través del presente trabajo de investigación que en conjunto con la bibliografía consultada, se obtenga una pomada en base a aceite de *Cocos Nucífera L.* con propiedades cicatrizantes, y represente una nueva opción terapéutica.

3. MATERIALES

3.1. MATERIAL BIOLÓGICO

3.1.1. UNIDAD VEGETAL

Para el presente estudio se utilizaron frutos (cocos) de *Cocos nucífera L.* procedentes del mercado San Camilo de Arequipa; los cuales fueron cuidadosamente seleccionados.

3.1.2. UNIDAD ANIMAL

Se utilizaron para el ensayo piloto un grupo de 8 ratas y para la prueba experimental un grupo de 16 ratas, todas estas Wistar albino, hembras, de 4 meses de edad, con un peso inicial entre 220 y 250 g, aclimatadas en el bioterio de la UCSM bajo igualdad de condiciones de temperatura, humedad y alimentación balanceada a base de maíz, trigo, cebada y agua.

3.2. PRODUCTO FARMACÉUTICO

- Pomada Neneglóss ®

Se utilizó la pomada Neneglóss ® del laboratorio Maver. (Fig.10)

La composición declarada es la siguiente:

Óxido de zinc, petrolatum, lanolina, aceite mineral hidrogenado, propilenglicol, cera de abeja, aceite de hígado de bacalao, alantoína, metilparabeno, aloe vera, propilparabeno, BHA. BHT.



Fig. 10 Pomada comercial Neneglóss ®

Fuente: Elaboración propia

3.3. MATERIAL DE LABORATORIO

3.3.1. MATERIAL DE VIDRIO

- Baguetas
- Buretas graduadas de 25 mL
- Embudo
- Erlenmeyer de 250 mL
- Fiolas de 50 mL y 25 mL
- Frascos de vidrio
- Matraces de 250 mL
- Picnómetro de 10 mL
- Pipetas de 1mL, 5mL y 10 mL
- Probetas graduadas de 50 mL y 100 mL
- Termómetro
- Vasos precipitados de 100 mL y 250 mL

3.3.2. REACTIVOS

- Ácido acético glacial p.a (Delta)
- Ácido clorhídrico p.a (Merck)
- Agua destilada
- Alcohol cetílico (Delta)
- Almidón p.a (Delta)
- Biftalato ácido de potasio p.a (Delta)
- Cloroformo p.a (Delta)
- Etanol 95% grado industrial (Delta)
- Fenoltaleína
- Hidróxido de sodio p.a (Delta)
- Metilparabeno USP (Delta)
- Miristato de isopropilo
- Pentobarbital sódico HALATAL ®
- Propilparabeno USP (Delta)
- Reactivo de Wijs grado industrial (Delta)
- Tiosulfato de Sodio p.a (Delta)
- Vaselina líquida USP (Pirex)
- Vaselina solida USP (Pirex)
- Yodopovidona 10%
- Yoduro de potasio p.a (Pirex)
- Yoduro de potasio solución saturada (Delta)

3.3.3. EQUIPOS

- Balanza analítica OHAUS PIONNER ®
- Equipo tensiométrico (bioterio UCSM)
- Estufa MEMMERT 854 SHWABACH-GERMANY ®
- Licuadora PHILLIPS ®
- Refractómetro ABBE OPTICAL IVYMEN SYSTEM WYA-S ®

3.3.4. OTROS

- Barbijo
- Guantes de látex talla M
- Hilo de sutura TAGUM ®

- Hisopos
- Hoja de bisturí N° 12
- Jeringa de tuberculina
- Mandil de laboratorio
- Máquina de afeitar PHILLIPS ®
- Mechero Bunsen
- Propipetas
- Tijeras

4. METODOLOGÍA

4.1. PROCESAMIENTO DEL MATERIAL VEGETAL

- **Recolección:** El proceso de recolección se dió en el mercado San Camilo de Arequipa; se recolectaron cinco unidades de cocos seleccionados los cuales cumplieron con ciertos criterios como: peso, color, textura y tamaño adecuado, así como buen estado de conservación y almacenamiento de los mismos.

- **Identificación taxonómica:** Un ejemplar completo del fruto fue llevado al herbario (HUSA) de la Universidad Nacional de San Agustín para su identificación taxonómica.

4.2. OBTENCIÓN DEL ACEITE DE *Cocos nucifera* L.

- **Método:** Expresión.

- **Fundamento:** El material vegetal es exprimido para liberar el aceite retenido el cual es recolectado y filtrado. (37)

- **Procedimiento:**

Para la extracción del aceite de coco, los frutos recolectados fueron pesados y luego se cortaron cuidadosamente las vellosidades del fruto para poder lavarlos con agua destilada y desinfectarlos con hipoclorito de sodio al 0.5%. Posteriormente se perforaron los poros germinativos para extraer en su totalidad el agua del fruto y así poder abrir los cocos. Se retiró la capa de recubrimiento y se procedió a cortar finamente la pulpa la cual fue licuada con agua destilada previamente hervida y tibia hasta que se formó una pasta totalmente homogénea y sin grumos. Con la ayuda de una gasa estéril se procedió a filtrar aplicando fuerza, con la finalidad de separar la parte solida o bagazo de la “leche de coco” la cual se

volvió a filtrar para luego ser almacenada en un recipiente con tapa, bajo oscuridad y a temperatura ambiente de aproximadamente 20°C por 48 horas. Transcurrido el tiempo se extrajo cuidadosamente en un recipiente la capa superior formada, se llevó al calor y se esperó hasta que el aceite se desprenda. Luego de esto, el aceite fue recolectado y filtrado. Finalmente, el aceite obtenido fue almacenado en un recipiente de vidrio y conservado en estado sólido a 8°C.

4.3. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PULPA Y DEL ACEITE

Se determinó el porcentaje de rendimiento de la pulpa por cada unidad elemental utilizada mediante la siguiente ecuación:

$$\% P = \frac{PP}{PT} \times 100$$

Donde: %P = porcentaje de pulpa

PP = peso de la pulpa (g)

PT = peso total del coco (g)

Para la determinación del porcentaje de rendimiento del aceite se utilizó el peso del aceite obtenido y la cantidad de muestra utilizada, por medio de la siguiente ecuación:

$$\% R = \frac{PA}{PM} \times 100$$

Donde: %R = porcentaje de rendimiento del aceite de coco

PA = peso del aceite obtenido (g)

PM = peso de la muestra (g)

4.4. CONTROL DE CALIDAD DEL ACEITE DE *Cocos Nucífera L.*

4.4.1. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS

Para este procedimiento se tomó una determinada cantidad de aceite de *Cocos nucífera L.* y se procedió a realizar los ensayos de análisis sensorial mediante una evaluación cualitativa de las siguientes características: olor, sabor, textura, apariencia, color e impurezas visibles.

4.4.2. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

4.4.2.1. DENSIDAD

- **Método:** picnómetro

- **Fundamento:** Se basa en la relación entre el peso de la muestra y el volumen que ocupa, y puede utilizarse en términos absolutos o relativos.

La densidad absoluta o densidad real, expresa la masa por unidad de volumen, mientras la densidad relativa o aparente expresa la relación entre la densidad de una sustancia y una densidad de referencia, resultando una magnitud adimensional.

- **Procedimiento:**

- 1) Se pesó el picnómetro limpio y seco.
- 2) Para calibrar el picnómetro y obtener el valor de la densidad de referencia (para el cálculo de la densidad relativa), el picnómetro se llenó con agua destilada hasta cerca del cuello y luego se cerró.
- 3) Se sumergió el picnómetro lleno con agua destilada a un baño maría que se encontraba a temperatura constante de 25°C.
- 4) Se retiró el picnómetro, se secó y se procedió a pesar.
- 5) Se pesó nuevamente el picnómetro limpio y seco.
- 6) Se llenó el picnómetro con el aceite de coco hasta cerca del cuello y luego se cerró.
- 7) Se sumergió el picnómetro lleno con el aceite a un baño maría que se encontraba a temperatura constante de 25°C.
- 8) Se retiró el picnómetro, se secó y se procedió a pesar.
- 9) Se realizó el mismo procedimiento por triplicado.

- **Cálculos:**

$$d_a = \frac{p_2 - p_1}{v} \qquad d_r = \frac{d_a}{d_{H_2O}}$$

Donde:

d_a = densidad absoluta (g/mL)

p_1 = picnómetro seco y vacío (g)

p_2 = picnómetro con el aceite (g)

v = volumen del picnómetro (mL)

d_r = densidad relativa

d_{H_2O} = densidad del agua a 25 C° (g/ mL)

4.4.2.2. ÍNDICE DE REFRACCIÓN

- **Método:** Refractómetro ABBE (**Fig.11**)

- **Fundamento:** El índice de refracción es un parámetro que define la razón de la velocidad de la luz en el aire o vacío con respecto a la velocidad de la luz en el aceite analizado, también se define como el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio a otro distinto y depende del carácter y del estado de la sustancia analizada. (39)

- **Procedimiento:**

- 1) Primeramente, se limpió el prisma del refractómetro con un algodón impregnado con alcohol.
- 2) Se procedió a calibrar el refractómetro con agua destilada (índice de refracción de 1.333 a 20°C).
- 3) Se secó y volvió a limpiar el prisma del refractómetro.
- 4) Se colocó la muestra de aceite de *Coco nucífera L.* en el prisma inferior.
- 5) Se ajustaron las perillas de dispersión y de control para poder alinear la frontera, la cual debe de observarse como la división entre la región clara y la región oscura, con el centro de la equis.
- 6) Finalmente se midió el índice de refracción directamente sobre la pantalla y se registró el valor.

- **Cálculo:**

$$IR = \frac{\text{sen } i}{\text{sen } r}$$

Donde:

i = ángulo de incidencia

r = ángulo de refracción



Fig. 11 Refractómetro ABBE

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.3. HUMEDAD

- **Método:** Gravimétrico

- **Fundamento:** Basado en la pérdida de peso de la muestra de aceite por calentamiento en la estufa. (Fig.12)

- **Procedimiento:**

- 1) Se pesó una capsula de porcelana limpia, seca y vacía.
- 2) Se pesaron 10 g de aceite de *Cocos nucifera L.* en la capsula, la cual fue previamente tarada.
- 3) Se pesó la capsula con el aceite (peso inicial).
- 4) Se llevó la capsula a una estufa precalentada por un periodo inicial de 30 minutos a una temperatura constante de 105°C.
- 5) Transcurrido el tiempo se llevó la capsula al desecador por 15 minutos.
- 6) Se pesó la capsula con el aceite (peso final).
- 7) Se volvió a repetir el procedimiento de manera que se obtengan lecturas a los 60 y 90 minutos.

- **Cálculos:**

$$\%H = \frac{g \text{ H}_2\text{O evaporada}}{\text{masa de la muestra}} \times 100$$

Donde:

% H = porcentaje de humedad

g H₂O evaporada = peso inicial - peso final

Masa de la muestra = peso inicial - peso de la capsula vacía



Fig. 12 Estufa

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.4. ÍNDICE DE ACIDOS GRASOS LIBRES/ ÍNDICE DE ACIDEZ

- **Método:** volumétrico.

- **Fundamento:** La determinación es realizada utilizando un solvente donde sea soluble el aceite, y se valoran los ácidos grasos libres mediante una solución etanólica de hidróxido de sodio utilizando fenolftaleína como indicador, la cual vira a un color rosa cuando la muestra sea alcalina.

- **Definición:** Existen dos formas de expresar la acidez de un aceite:

El grado de acidez (ácidos grasos libres o FFAs), que es el porcentaje de ácidos grasos libres contenidos en el aceite y expresados en g de un ácido graso específico (ácido oleico, láurico, etc.) por 100 g de aceite.

El índice de acidez, que se define como los miligramos de NaOH necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres presentes en 1 g de aceite.

La determinación de la acidez constituye una medida del grado de hidrólisis de una grasa la cual se da a causa de la presencia de enzimas (lipasas) que hidrolizan los triglicéridos descomponiéndolos en glicerina y ácidos grasos (**Fig.13**). (40)

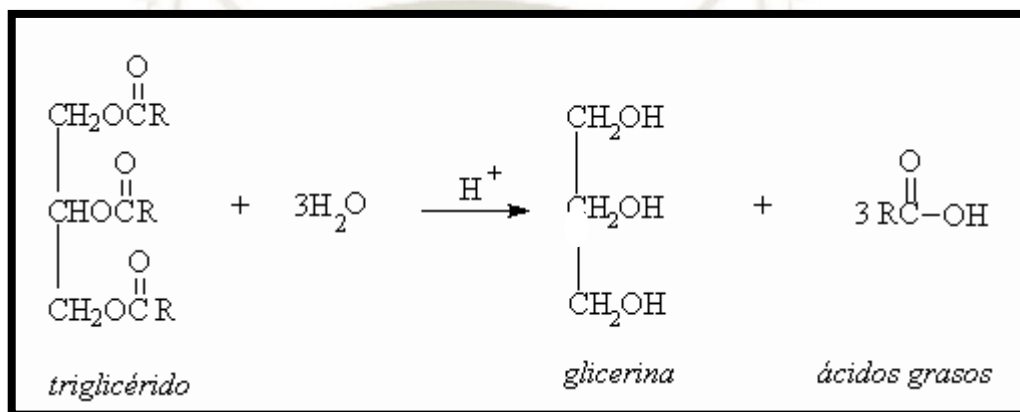


Fig. 13 Reacción de hidrólisis enzimática de una grasa o aceite (40)

- Reactivos:

- Mezcla de etanol 96 % y éter etílico (1:1 v/v), neutralizado exactamente en el momento de su utilización con una solución de hidróxido de sodio 0.1 M en presencia de fenolftaleína.
- Solución de hidróxido de sodio 0.1 M, valorada utilizando biftalato ácido de potasio como patrón primario.

- Procedimiento:

- 1) En un matraz Erlenmeyer se pesaron 10 g del aceite de *Cocos nucifera L.*
- 2) Se disolvió la muestra en 50 ml de alcohol neutralizado caliente.
- 3) Se agregaron 3 gotas del indicador fenolftaleína.
- 4) Se procedió a valorar con una solución de hidróxido de sodio 0.1 M previamente estandarizada, hasta la obtención de un color rosa. (**Fig. 14**)
- 5) Se anotó el gasto y se realizaron los cálculos.



Fig. 14 Punto final en la determinación del índice de acidez

Fuente: Elaboración propia.

- Cálculos:

$$\% A. G. L. = \frac{V * M * PM}{10 * P} \qquad \text{Indice de acidez} = \frac{V * M * E}{P}$$

Donde:

V= volumen del NaOH 0.1 M gastado (mL)

M= concentración molar exacta del NaOH

PM= peso molecular del ácido en el que se expresa el resultado (282 g/mol para ácido oleico)

E= peso equivalente del NaOH (40 eq/g)

P= peso de la muestra (g)

4.4.2.5. INDICE DE PERÓXIDO

- **Método:** volumétrico (yodométrico).

- **Fundamento:** La muestra de aceite disuelta en ácido acético glacial y cloroformo, es tratada con una solución de yoduro potásico. El yodo liberado se valora con una solución de tiosulfato sódico. (**Fig.15**)

- **Definición:** Es el contenido de oxígeno reactivo expresado en término de miliequivalentes de oxígeno por Kg de muestra.

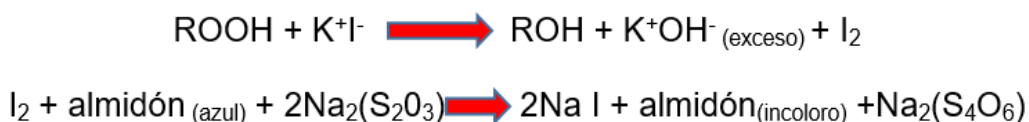


Fig. 15 Reacciones en la determinación del índice de peróxidos (40)

- Procedimiento:

- 1) Se pesó en un matraz Erlenmeyer 3 g de muestra de aceite de *Cocos nucifera L.*
- 2) Se procedió a disolver la muestra con 10 mL de cloroformo mediante agitación.
- 3) Se añadió 15 mL de ácido acético glacial y 1 mL de solución saturada de yoduro de potasio.
- 4) Se agitó muy bien, se tapó y se dejó en la oscuridad por 5 minutos.
- 5) Transcurrido el tiempo, se agregaron 50 mL de agua destilada y se agitó vigorosamente.
- 6) Se tituló el yodo liberado con una solución de tiosulfato de sodio 0.1 N, previamente estandarizada con dicromato de potasio, en presencia de almidón como indicador. (**Fig.16**)
- 7) Simultáneamente se realizó un blanco.

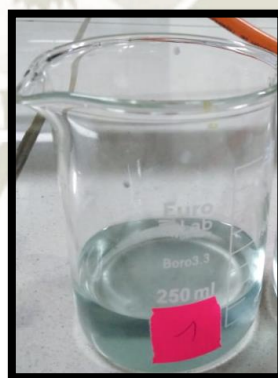


Fig. 16 Punto final en la determinación del índice de peróxido

Fuente: Elaboración propia

- Cálculos:

$$I.P. = \frac{(M - B) * N * 1000}{W}$$

Donde:

I.P = índice de peróxidos (mEq O₂ / Kg de grasa)

M= Gasto de Na₂S₂O₃ 0.1 N en la muestra (mL)

B= Gasto de Na₂S₂O₃ 0.1 N en el blanco (mL)

N= normalidad exacta del Na₂S₂O₃ (mEq/mL)

W= peso de la muestra

4.4.2.6. ÍNDICE DE YODO

- **Método:** volumétrico (yodometría)

- **Fundamento:** Basado en la disolución de la muestra y la adición del reactivo de Wijs , una vez transcurrido el tiempo que se especifica, se adiciona la solución acuosa de yoduro potásico y se valora el yodo liberado con una solución de tiosulfato sódico estandarizada (Fig.17)

- **Definición:** Se define como los gramos de yodo que se fijan a los dobles enlaces de los ácidos grasos de 100 gramos de aceite.

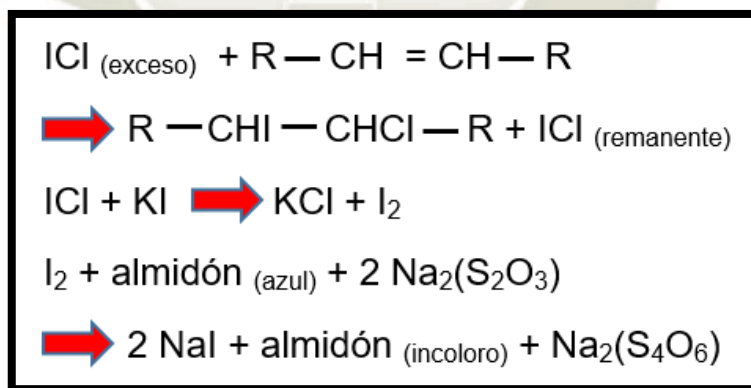


Fig. 17 Reacciones en la determinación del índice de yodo (40)

- **Procedimiento:**

- 1) Se pesó en un matraz Erlenmeyer 1 g de muestra de aceite de *Cocos nucifera L.*
- 2) Se añadió 15 mL de cloroformo para disolver la muestra.

- 3) Se agregó 25 mL del reactivo de Wijs (monocloruro de yodo disuelto en ácido acético).
- 4) Se dejó reposar por una hora en un lugar oscuro a temperatura ambiente.
- 5) Transcurrido el tiempo se añadió 20 mL de una solución de yoduro de potasio al 15% y 100 mL de agua destilada, se agitó vigorosamente.
- 6) Se procedió a titular con una solución de tiosulfato de sodio 0.1 N, previamente estandarizada con una solución de dicromato de potasio 0.1 N, hasta obtener un color amarillo pajizo.
- 7) Una vez obtenido el color amarillo, se agregó como indicador unas gotas de una solución de almidón al 1% recientemente preparada, y se continuó con la valoración hasta que el color azul desaparezca. (**Fig. 18**)
- 8) Simultáneamente se realizó un blanco.



Fig. 18 Punto final en la determinación del índice de yodo

Fuente: Elaboración propia

- Cálculos:

$$I.Y. = \frac{126.9 * N * (Vb - Vm)}{10 * W}$$

Donde:

I.Y= índice de yodo (g I₂ /100 g de muestra)

126.9= peso del yodo (mg/mEq)

N= Normalidad verdadera del Na₂S₂O₃ 0.1 N

Vb= gasto del Na₂S₂O₃ en el blanco (mL)

V_m = gasto del $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ en la muestra (mL)

W = peso de la muestra (g)

4.5. ELABORACIÓN DE UNA FORMA FARMACÉUTICA A BASE DE ACEITE DE *Cocos nucífera L.*

La fórmula farmacéutica que se escogió fue una pomada, para su elaboración se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Debe de permitir la incorporación adecuada del aceite, teniendo en cuenta su naturaleza, características y propiedades del mismo.
- Los excipientes deben de proporcionar una mayor penetración del principio activo hasta las capas más profundas de la piel.
- El preparado debe de considerarse estable y homogéneo, así como presentar un buen comportamiento reológico.

4.5.1. FORMULACIÓN

Se elaboraron dos pomadas a diferentes concentraciones a base de aceite de *Cocos nucífera L.*, además de una pomada la cual contenía únicamente excipientes. (Tabla N°4)

Tabla N° 4

Formulación de la pomada al 30% y al 60% conteniendo aceite de *Cocos nucífera L.*

INSUMOS	CANTIDADES	
	<i>Pomada al 30%</i>	<i>Pomada al 60%</i>
Vaselina sólida	48.85%	19.85%
Vaselina líquida	5%	5%
Miristato de isopropilo	10%	10%
Aceite de <i>Cocos nucífera L.</i>	30 %	60 %
Alcohol cetílico	5%	5%
Metilparabeno	0.10%	0.10%
Propilparabeno	0.05%	0.05%

Fuente: Elaboración propia

4.5.2. ELABORACIÓN

- **Método:** Fusión

- **Fundamento:** Fusión de los componentes del preparado mediante cuidadosa calefacción o baño maría. (Fig.19)

-Procedimiento:

1. Se pesaron los excipientes y el aceite de *Cocos nucifera L.*
2. Posteriormente se procedió a fundir todos los componentes (excepto el aceite), fundiendo primero el excipiente con mayor punto de fusión y luego se incorporaron los demás bajo agitación moderada para asegurar la homogeneidad.
3. Se adicionó bajo agitación el aceite hasta conseguir su correcta dispersión en la mezcla.
4. Finalmente se envasó en un recipiente de vidrio estéril previamente etiquetado.



Fig. 19 Elaboración de la pomada

Fuente: Elaboración propia.

4.6. EVALUACIÓN DEL EFECTO CICATRIZANTE DEL ACEITE DE *Cocos nucifera L.*

4.6.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se realizó primeramente una prueba piloto cuya finalidad fue obtener los primeros resultados sobre el efecto cicatrizante de la pomada a base de aceite de *Cocos nucifera L.*, así como determinar la concentración a la cual se obtenía un mayor efecto cicatrizante. Esta prueba piloto estuvo constituida por 4 grupos conformados por 2 animales de experimentación cada uno, distribuidos de la siguiente manera:

- *Grupo experimental 1:* Conformado por 2 animales de experimentación a los cuales se les aplicó la pomada a base de aceite de *Cocos nucifera L.* al 30%.
- *Grupo experimental 2:* Conformado por 2 animales de experimentación a los cuales se les aplicó la pomada a base de aceite de *Cocos nucifera L.* al 60%.
- *Grupo blanco:* Conformado por 2 animales de experimentación a los cuales se les aplicó la pomada que contenía solamente excipientes.
- *Grupo control (-):* Conformado por 2 animales de experimentación a los cuales no se les aplicó ningún tratamiento.

Posterior a la prueba piloto se realizó una prueba final la cual estuvo constituida por 4 grupos conformado por 4 animales de experimentación cada uno, distribuidos de la siguiente manera:

- *Grupo experimental:* Conformado por 4 animales de experimentación a los cuales se le aplicó la pomada a base de aceite de *Cocos nucifera L.* cuya concentración presentó un mayor efecto cicatrizante en el ensayo piloto.
- *Grupo blanco:* Conformado por 4 animales de experimentación a los cuales se les aplicó la pomada que contenía solamente excipientes.
- *Grupo control (+)* Conformado por 4 animales de experimentación a los cuales se les aplicó la pomada comercial NeneGlóss. ®
- *Grupo control (-):* Conformado por 4 animales de experimentación a los cuales no se les aplicó ningún tratamiento.

4.6.2. INDUCCIÓN DE HERIDAS EN ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN

- **Método:** Incisión simple

- **Fundamento:** Se refiere a la incisión única, practicada en un solo tiempo y en la misma dirección, cuya longitud y profundidad están claramente determinadas.

- **Procedimiento:**

1. Se estandarizaron los animales, previamente pesados, bajo las mismas condiciones de alimentación, temperatura y humedad adecuados.
2. Se realizó una distribución aleatoria de los animales, colocándolos en jaulas individuales según el diseño de la investigación.

3. Se procedió a anestesiarse a los animales con una dosis de 30 mg por cada Kg de peso, de pentobarbital sódico de uso veterinario por vía intraperitoneal. (**Fig. 20**)



Fig. 20 Aplicación del anestésico

Fuente: Elaboración propia

4. Se realizó la tricotomía con ayuda de una afeitadora y máquinas de rasurar, el área de la depilación fue aproximadamente de 2.5 cm². (**Fig. 21**)



Fig. 21 Tricotomía del dorso del animal

Fuente: Elaboración propia

5. Se desinfectó el área a incidir y con la ayuda de un lapicero se marcó dos puntos equidistantes en 2 cm tomando como referencia el eje longitudinal del animal.. (**Fig. 22**)



Fig. 22 Delimitación del área de incisión

Fuente: Elaboración propia

6. Con un bisturí se realizó el corte levantando la piel, al bisturí previamente se le acondicionó un tope de silicona que permitía introducirlo a una profundidad de 2 mm asegurándonos de llegar a la hipodermis.
7. Finalmente se colocó un punto de sutura en la parte central del corte y se desinfectó el dorso del animal. **(Fig. 23)**



Fig. 23 Sutura de la herida

Fuente: Elaboración propia

4.6.3. APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Los tratamientos fueron aplicados siguiendo el diseño de la investigación. La administración fue de manera tópica con la ayuda de un hisopo para obtener una distribución homogénea. La aplicación fue diaria en una sola dosis durante 14 días.

4.6.4. DETERMINACIÓN DE LA FUERZA TÉNSIL

- **Método:** Tensiométrico o método de Howes (**Fig. 24**)

- **Definición:** Definido como la fuerza de tensión, medida en gramos de arena, necesaria para abrir una herida incisa de 1 cm de largo, realizada en el tercio anterior del lomo de un ratón. (41)



Fig. 24 Tensiómetro

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento:**

1. Se anestesiaron las ratas con una dosis de 30 mg/Kg de peso de pentobarbital sódico de uso veterinario por vía intraperitoneal.
2. Luego se colocaron los animales en la mesa de trabajo y se procedió a marcar 2 puntos a cada lado de la cicatriz, con una distancia de 1.5 cm entre ellos.
3. En cada punto marcado se realizó una sutura, cuya finalidad fue unir los hilos del tensiómetro al animal, de manera que quede un punto fijo de tensión y un punto móvil al cual se acondicionó un vaso plástico tarado de capacidad suficiente para ser llenado con la arena necesaria para abrir la herida.

4. Se procedió a agregar la arena en el recipiente lentamente hasta que se generó una fuerza de tensión capaz de abrir la herida. (**Fig. 25**)
5. Finalmente se pesó la cantidad de arena requerida para cada animal.



Fig. 25 Fuerza de tensión sobre la herida

Fuente: Elaboración propia

6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para una mejor interpretación de los datos, se utilizaron medidas de tendencia central como: media, mediana, desviación estándar, varianza, valor mínimo y valor máximo; los cuales fueron calculados gracias al software Microsoft Excel 2016®.

Para la comparación de las medias de los grupos experimentales y determinación de diferencias significativas en los resultados, se utilizó la prueba ANOVA además de la prueba de comparación múltiple de TUKEY. El software utilizado en ambos casos fue STATGRAPHICS Centurion XVI.1®.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. OBTENCIÓN, DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE *Cocos nucifera* L.

1.1.OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

La selección, recolección y almacenamiento de la muestra se realizó teniendo en cuenta ciertos criterios basados en las características botánicas del coco, las cuales están relacionadas con algunos aspectos de calidad que suelen exigir tanto legisladores como importadores; los criterios fueron:

- El endocarpio o parte dura del coco contaba con sus vellosidades y fibras, las cuales son de suma importancia para la protección del fruto y de los poros de germinación.
- Los poros de germinación estaban cerrados, sin presentar ningún goteo del endoesperma líquido o “agua de coco”.
- El olor y aspecto eran propios de la planta: fresco, no rancio, no mohoso.
- Se evaluó la ausencia de agentes exógenos como: arena, piedrezuelas e insectos.
- El tamaño y peso de todos los cocos fueron similares.
- Los cocos fueron embalados en una caja para asegurarnos que no sufran ningún daño por presión externa.
- Los cocos fueron rotulados y almacenados en condiciones adecuadas. (Fig. 26)



Fig. 26 Muestra de *Cocos nucifera* L.

Fuente: Elaboración propia

1.2.EXTRACCIÓN Y DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL ACEITE DE *Cocos nucifera* L.

1.2.1. DATOS DE LA MUESTRA

Se presentó una muestra fresca al Herbarium HUSA donde mediante una constancia se certificó que el espécimen correspondía a la especie de *Cocos nucífera L.* (**Anexo 1**)

En el laboratorio se inició el procedimiento de extracción del aceite de *Cocos nucífera L.* Primeramente, los cocos fueron pesados y luego se perforaron cuidadosamente los poros germinativos (**Fig. 27**) hasta retirar toda el agua de los mismos.



Fig. 27 Coco con poros germinativos perforados

Fuente: Elaboración propia

Tras retirar todo el contenido acuoso, los cocos fueron nuevamente pesados. Posteriormente se abrieron los cocos y se retiró el endocarpio, obteniendo de esta manera la pulpa; la cual también fue pesada. Todos los datos de los procedimientos anteriormente descritos se resumen en la **Tabla N° 5**

Tabla N° 5

Datos de la muestra antes de su procesamiento

	<i>Peso del coco entero (Kg)</i>	<i>Contenido de agua (L)</i>	<i>Peso del coco sin agua (Kg)</i>	<i>Peso de la pulpa (Kg)</i>
<i>Coco 1</i>	1.535	0.620	0.872	0.469
<i>Coco 2</i>	1.367	0.530	0.865	0.491
<i>Coco 3</i>	1.444	0.550	0.928	0.536
<i>Coco 4</i>	1.450	0.690	0.799	0.447
<i>Coco 5</i>	1.443	0.580	0.891	0.515
<i>Promedio</i>	1.448	0.594	0.871	0.491
<i>D.S.</i>	0.059	0.063	0.047	0.035

Fuente: Elaboración propia

El fruto de la palma de coco es una drupa de tres caras que pesa alrededor de 1.5 Kg, puede llegar a pesar en algunos casos hasta 2.5 Kg, según la variedad y condiciones de cultivo.

El peso promedio de los cocos utilizados para el presente trabajo de investigación fue de 1.448 Kg, lo cual se considera un peso adecuado del fruto.

El agua de coco representa alrededor del 30% del peso del fruto. La cantidad obtenida de agua de coco fue en promedio 594 mL que representaría el 40% del peso total; este valor es un indicador del grado de madurez del fruto, ya que entre más maduro menor cantidad de agua tendrá.

En cuanto a las características organolépticas del agua de coco tenemos que presentó un color transparente, sabor característico, y olor fresco.

1.2.2. PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE LA PULPA

Los resultados obtenidos después de aplicar la ecuación descrita en la parte experimental se muestran en la **Tabla N°6**

Tabla N° 6
Porcentaje de rendimiento de la pulpa

<i>Muestra</i>	<i>Rendimiento de la pulpa (%)</i>
<i>Coco 1</i>	30
<i>Coco 2</i>	36
<i>Coco 3</i>	37
<i>Coco 4</i>	31
<i>Coco 5</i>	36
Promedio	34
D.S.	3.24

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo en promedio un rendimiento de la pulpa del 34%, dato que corresponde a las características botánicas del fruto.

Es importante estimar la cantidad de pulpa que se obtiene por cada coco, ya que de esta obtendremos posteriormente el aceite de *Cocos nucífera L.* Se estima que por cada 100 g de pulpa o parte comestible se obtendrán 45 mL de aceite.

1.2.3. PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DEL ACEITE

Después de seguir cuidadosamente todo el proceso de extracción del aceite tal como se indica en la parte metodológica, se obtuvo una cantidad total de 455 g de aceite, con dicha cantidad se procedió a calcular el porcentaje de rendimiento como se muestra en la **Tabla N°7**

Tabla N° 7

Rendimiento del aceite de *Cocos nucífera L.*

<i>Método</i>	<i>Peso total de la muestra (g)</i>	<i>Peso total del aceite obtenido(g)</i>	<i>Rendimiento (%)</i>
Expresión	2458	455	18.5

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento del aceite de *Cocos nucífera L.* fue del 18.5%, este resultado se ve influenciado por el método de extracción utilizado. Allan Schechter et al. (42) en la investigación titulada: “El coco (*Cocos nucífera*) como materia prima”, refiere que el mejor rendimiento obtenido luego de tres extracciones (m/m %) fue de 17,6% utilizando el mismo método.

Esta comparación de resultados nos indica que el método se realizó de una forma adecuada; pero definitivamente no es un método del cual se pueda obtener el máximo rendimiento.

Un mayor rendimiento se puede obtener mediante el método de prensado en frío gracias a la fuerza mecánica ejercida como también a que la torta o bagazo es producto tanto de un prensado como de un posterior reprensado.

Otro método alternativo sería la lixiviación, ya que este método es utilizado para materias oleaginosas con un contenido de aceite superior al 40% como es el caso del coco, utilizando hexano por su selectividad hacia los glicéridos y facilidad de recuperación.

Un punto importante a analizar sería el proceso de secado de la pulpa, en el presente trabajo de investigación, no se realizó el secado de la pulpa para convertirla en copra.

Debido a que el aceite de coco es muy estable, el haber extraído el aceite de pulpa fresca no influenciaría posteriormente en la descomposición ni enranciamiento del aceite, ya que, gracias a su alto contenido en grasas saturadas, puede durar hasta 6 meses a temperatura ambiente sin deteriorarse.

El proceso de secado fue omitido debido a que la materia prima pudo verse contaminada ya que la pulpa debe secarse sol. Esta es una técnica tradicionalmente muy utilizada, pero está relacionada con concentraciones medias altas de aflatoxinas en los cocos.

El inconveniente fue que la cantidad de pulpa era excedente para ser colocada adecuadamente en una estufa convencional, además que el tiempo de secado debía de ser de unos tres días. Este proceso si es importante a nivel industrial ya que mejora el rendimiento de producción.

Según el CODEX STAN 177-1991 (43), el contenido de aceite depende de que el coco se encuentre desecado. El coco debe de pasar por procesos como: descascarado, descascado, mondado, lavado, desmenuzado, secado y tamizado; así el contenido de aceite será $\geq 60\%$ m/m.

El método escogido, aunque nos dio un rendimiento menor comparado con otros métodos, resulta ser fácil de realizar, no necesita insumos ni tecnología especializada; por lo cual puede ser realizado en cualquier laboratorio donde se tengan las condiciones higiénico-sanitarias adecuadas, resultando ser muy económico. Otro aspecto a evaluar sería que no se precisa de un tratamiento posterior de refinado, blanqueado ni desodorizado del aceite.

1.3. CARACTERIZACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL ACEITE DE *Cocos nucifera* L.

Las características organolépticas del aceite de *Cocos nucifera* L. son criterios importantes que permiten estimar de forma cualitativa su calidad, así como su aceptabilidad en el mercado.



Fig. 28 Aceite de *Cocos nucífera L.*

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 8

Características organolépticas del aceite de *Cocos nucífera L.*

	<i>Aceite de coco líquido</i> ($>25^{\circ}\text{C}$)	<i>Aceite de coco sólido</i> ($<25^{\circ}\text{C}$)
<i>Color</i>	Ligeramente amarillo	Blanco
<i>Olor</i>	sui generis , específico del coco	sui generis , específico del coco
<i>Sabor</i>	Muy ligero , específico del coco	Muy ligero , específico del coco
<i>Aspecto</i>	Límpido, sin sedimentos	Homogéneo

Fuente: Elaboración propia

Las características sensoriales que presentó el aceite de *Cocos nucífera L.* tanto en estado sólido como líquido, están dentro de los parámetros estándar, por lo cual se descarta alguna alteración o contaminación del aceite. (**Fig. 28**)

Las características del aceite de *Cocos nucífera L.* encontradas en fichas técnicas describen que sobre los 25°C es un aceite líquido de color amarillo claro y en estado sólido es de color blanco marfil; en ambos casos libre de olores y/o sabores extraños como rancio, vegetal, metal, etc.

Es importante considerar que algunos procesos de extracción o variedad vegetal pueden influenciar en algunas características del aceite. (44)

1.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE *Cocos nucifera L.*

1.4.1. DENSIDAD

Se determinó la densidad absoluta por el método del picnómetro y los resultados obtenidos se muestran en la siguiente **Tabla N°9**

Tabla N° 9

Determinación de la densidad del aceite de *Cocos nucifera L.*

<i>Muestra</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Peso del picnómetro vacío (g)</i>	<i>Volumen del picnómetro (mL)</i>	<i>Peso del picnómetro con aceite (g)</i>	<i>Densidad (g/mL)</i>
1	25	8.38	10	17.52	0.914
2	25	8.38	10	17.56	0.918
3	25	8.38	10	17.57	0.919
<i>Promedio</i>				17.55	0.917
<i>D.S.</i>				0.026	0.002

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de la densidad absoluta del aceite fue de 0.917 g/mL con una desviación estándar de 0.002 lo cual indica que el método del picnómetro es reproducible y confiable, además de ser un método simple y de ejecución rápida. (**Fig. 29**)

Con la densidad absoluta anteriormente hallada se pudo determinar la densidad relativa, la sustancia de referencia fue agua destilada, cuya densidad a 25°C es 0.99713 g/mL, por lo cual la densidad relativa del aceite de *Cocos nucifera L.* a la misma temperatura es de 0.919.

La densidad relativa hallada de 0.919, es similar a la que se indica en el CODEX-STAN-124-1981 donde se refiere que la densidad relativa del aceite de coco con el agua como sustancia referencial se encuentra entre 0.908-0.921 (40°C/agua a 20°C); aunque el valor obtenido se encuentra en el rango de valores normales; la temperatura es un aspecto importante a considerar ya que la densidad disminuye a medida que aumenta la temperatura. (45)

En términos generales la densidad relativa de la mayor parte de los aceites, tanto minerales como vegetales, se encuentra entre 0.840 y 0.960. (**Anexo 2**)

La densidad no representa un parámetro directo de calidad del aceite, aunque puede variar con la polimerización o la oxidación. De igual manera es de gran utilidad para las transformaciones masa-volumen y es indispensable para los cálculos involucrados en el diseño de equipos (ICONTEC NTC 336, 2002), por ejemplo los procesos de desodorización de aceites requieren de una posterior recuperación de ácidos grasos y subproductos de la destilación con la mayor pureza y la menor degradación posible, esta recuperación se realiza en condensadores los cuales para ser diseñados necesitan conocer previamente la densidad y viscosidad de los ácidos grasos mayoritarios en los destilados.



Fig. 29 Picnómetro con aceite de *Cocos nucifera L.*

Fuente: Elaboración propia.

1.4.2. ÍNDICE DE REFRACCIÓN

El índice de refracción de las grasas y aceites más importantes varían entre 1,466 y 1,484 a 20 °C, rango dentro del cual se encuentra el valor obtenido para el aceite de *Cocos nucifera L.* cuya lectura fue de 1.460 a 20°C, esta es la temperatura a la previamente se calibró el instrumento con agua destilada. Según el CODEX-STAN-124-1981, el índice de refracción del aceite de coco se encuentra entre 1,448 - 1,450 a 40°C; el valor obtenido presenta una ligera diferencia debido a la temperatura a la cual se realizó el procedimiento. (45) Se sugiere que para posteriores análisis se tenga en cuenta que a pesar de que la determinación puede realizarse con el aceite tanto en su estado sólido como líquido; lo ideal es que se haga

a 20°C para materias grasas líquidas y a 40, 60 u 80°C para las materias grasas sólidas; así como considerar un factor de corrección por temperatura. Otro punto importante a considerar sería que el aceite antes de la determinación debe de encontrarse limpio y exento de agua, para lo cual puede ser filtrado y secado con sulfato sódico anhidro. La importancia de la determinación del índice de refracción es que se considera un parámetro útil como medio de identificación del aceite y también permite evaluar la pureza del mismo, ya que obtener valores muy elevados de IR pueden indicar la presencia de impurezas que provocarían que la luz viaje de forma más lenta a través del aceite.

1.4.3. HUMEDAD

Tabla N° 10

Determinación de la humedad del aceite de *Cocos nucifera L.*

<i>Tiempo (min)</i>	<i>Peso de la capsula vacía (g)</i>	<i>Peso inicial de la capsula con el aceite (g)</i>	<i>Peso final de la capsula con el aceite (g)</i>	<i>Humedad (%)</i>
30	54.52	64.52	64.50	0.20
60	54.52	64.52	64.49	0.30
90	54.52	64.52	64.49	0.30
<i>Promedio</i>				0.26
<i>D.S.</i>				0.06

Fuente: Elaboración propia

Se siguieron las condiciones adecuadas para hallar el porcentaje de humedad (**Fig. 30**) y los resultados se muestran en la **Tabla N° 10**:

El contenido de humedad es una medida de la cantidad de agua contenida en el aceite. El agua en exceso es un factor negativo para el aceite debido a que puede formar enlaces químicos propiciando así reacciones de degradación (ICONTEC NTC 287, 2002).

El porcentaje promedio de humedad fue de 0.26%, valor que asegura su correcto almacenamiento y expresa un mínimo proceso de degradación biológica que puede llevar a la aparición de ácidos grasos libres.

El valor de porcentaje de humedad máximo que se refiere en una ficha de especificación técnica del aceite de coco crudo blanqueado de la marca Oleofinos® es de 0.20% (**Anexo 3**)

La humedad presente en el aceite de coco varía dependiendo del contenido de humedad de la fuente (pulpa seca o pulpa fresca), además del método de extracción utilizado y el procesamiento aplicado. El aceite de coco derivado de la copra presenta valores menores de 0.2%, el valor hallado es mayor debido a que no se extrajo de copra sino de pulpa fresca.



Fig. 30 Determinación de humedad del aceite de *Cocos nucífera L.*

Fuente: Elaboración propia.

1.4.4. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ

La acidez libre es una de las características químicas que mejor definen la calidad de un aceite o grasa, pues indica la alteración de los triglicéridos debido a hidrólisis química o enzimática.

En la grasa bruta, el índice de acidez o FFA estima la cantidad de aceite que se perderá durante las etapas de refinado que buscan eliminar los ácidos grasos y en las grasas refinadas, un nivel de acidez elevado significa una grasa mal refinada o una descomposición de la grasa después de su almacenamiento o durante su utilización. (40)

Se determinó el índice de acidez y el porcentaje de ácidos grasos libres con el método volumétrico y los resultados se presentan en la **Tabla N°11**:

Tabla N° 11

Determinación de la acidez del aceite de *Cocos nucifera* L.

<i>Peso de la muestra (g)</i>	<i>Verdadera concentración (mol/L)</i>	<i>Título de la muestra (mL)</i>	<i>Índice de Acidez (mg de NaOH por g de aceite)</i>	<i>%Ácidos grasos libres (g de ácido oleico/100g de aceite)</i>
10.01	0.097	0.3	0.12	0.08
20.01	0.097	0.6	0.12	0.08

Fuente: Elaboración propia

La determinación se realizó con dos pesos de muestra diferentes debido a que no se conocía con exactitud la cantidad de muestra a utilizar, obteniéndose resultados equivalentes con ambas cantidades.

Los reactivos que se utilizaron fueron preparados en el mismo momento en que se realizó el análisis (NaOH 0.1M y alcohol neutro), así como la estandarización del NaOH con biftalato ácido de potasio como patrón primario.

El resultado promedio de ácidos grasos libres fue de 0.08% expresado como ácido oleico; pero teniendo en cuenta que el ácido graso que se encuentra en mayor cantidad en el aceite de coco es el ácido láurico (PM 200), la acidez calculada sería de 0.05%; este valor coincide con el que refiere en sus especificaciones técnicas la empresa agroindustrial Icosa ® que refiere un valor máximo de 0.05% expresado como ácido láurico. (46)

La acidez hallada refleja que el aceite se encuentra en buenas condiciones de conservación no existiendo descomposición lipolítica o acción bacteriana.

Otros datos encontrados refieren valores de acidez menores al 0.5% para aceite de coco hidrogenado, pero no especifican si este valor es expresado como ácido oleico o como ácido laurico. (47)

1.4.5. ÍNDICE DE PERÓXIDOS:

El índice de peróxidos permite detectar la oxidación inicial del aceite antes de que se note organolépticamente. Los peróxidos aparecen cuando el aceite queda expuesto a la luz, al

calor, o cuando el envasado no es el adecuado. Existe además un deterioro de componentes nutricionales como la vitamina E, por lo cual a mayor índice de peróxido menor actividad antioxidante.

Los resultados de la determinación se aprecian en la **Tabla N° 12**:

Tabla N° 12

Determinación del índice de peróxido del aceite de *Cocos nucífera L.*

<i>Peso de la muestra (g)</i>	<i>Concentración verdadera (meq/mL)</i>	<i>Título del blanco (mL)</i>	<i>Título de la muestra (mL)</i>	<i>Índice de peróxido (mEq O₂/Kg de aceite)</i>
3.027	0.101	0.2	0.3	3.33
3.004	0.101	0.2	0.3	3.36
3.003	0.101	0.2	0.3	3.36
<i>Promedio</i>				3.35
<i>D.S.</i>				0.01

Fuente: Elaboración propia.

El índice de peróxido promedio obtenido fue de 3.35 mEq O₂/Kg con una D.S. de 0.01, este valor se encuentra cercano al valor encontrado en las especificaciones técnicas de la empresa agroindustrial Icosa ® (46) que refiere un valor máximo de 2.0 mEq/Kg para aceite de coco crudo, la diferencia de resultados es justificada por reacciones que pudieron darse por el sometimiento a calor del aceite durante su procesamiento; en términos generales se considera que el aceite obtenido es estable y de bajo grado de rancidez oxidativa .

1.4.6. ÍNDICE DE YODO

El índice de yodo es utilizado para la caracterización de aceites, seguimiento del proceso de hidrogenación a lo largo del refinado y como indicador de la oxidación. (40)

El índice de yodo se determinó como se indica en la parte metodológica y los resultados se aprecian en la **Tabla N° 13**:

Tabla N° 13

Determinación del índice de yodo del aceite de *Cocos nucifera L.*

Peso de la muestra (g)	Concentración verdadera (mEq/mL)	Título del blanco (mL)	Título de la muestra (mL)	Índice de yodo (g I ₂ /100 g de aceite)
1.038	0.101	32	27.0	6.17
1.090	0.101	32	26.7	6.23
1.037	0.101	32	27.1	6.06
Promedio				6.15
D.S.				0.08

Fuente: Elaboración propia.

Para la determinación del índice de yodo, los reactivos utilizados fueron preparados en el mismo momento en que se realizó el análisis (Tiosulfato de sodio, solución de yoduro de potasio al 15% y solución indicadora de almidón al 1%); así como la estandarización del tiosulfato de sodio (**Fig. 31**) con dicromato de potasio 0.1N como patrón primario (**Fig. 32**). Se utilizó reactivo de Wijs comercial recientemente preparado.



Fig. 31 Solución de tiosulfato de sodio 0.1 N

Fuente: Elaboración propia



Fig. 32 Solución de dicromato de potasio 0.1 N

Fuente: Elaboración propia

El índice de yodo promedio obtenido fue de 6.15 g I₂/100 g de aceite; este valor se encuentra muy cercano al rango de valores establecidos por el CODEX STAN 210-1999 de 6.3-10.6 g I₂/100 g (utilizando el método Wijs).

El resultado obtenido en la prueba refleja el grado de instauración del aceite comprobando así la pureza del mismo. El bajo valor de índice de yodo se debe a que el aceite de coco es uno de los aceites que presenta los niveles más bajos de ácidos grasos insaturados (de 100 g de aceite de coco 86.5 g son de grasas saturadas) respecto a otros aceites vegetales como son el aceite de maní, palma, oliva, girasol, soja, entre otros.

2. ELABORACIÓN DE UNA POMADA CON ACEITE DE *Cocos nucífera L.*

Con el aceite de *Cocos nucífera L.* obtenido se prosiguió a elaborar la forma farmacéutica tal como se describió en la parte metodológica. Se calcularon las cantidades necesarias para preparar una pomada de 100 g al 30% y 60%, además de una pomada base. El preparado farmacéutico utilizado en la prueba de experimentación final fue la pomada al 30% (**Fig. 33**), y sus características se muestran en la **Tabla N°14**:

Tabla N° 14

Características de la pomada al 30% de aceite de *Cocos nucifera L.*

<i>Característica organoléptica</i>	<i>Resultado</i>
Aspecto	Homogéneo
Color	Blanco
Olor	Característico del aceite de coco
Textura	Suave
Consistencia	Semisólida

Fuente: Elaboración propia.



Fig. 33 Pomada con aceite de *Cocos nucifera L.* al 30%

Fuente: Elaboración propia.

Los excipientes utilizados como la vaselina y el alcohol cetílico le confirieron al preparado una consistencia conveniente para que su extensión sobre la piel sea fácil y homogénea, el metilparabeno y propilparabeno le proporcionaron la estabilidad para garantizar su conservación y el miristato de isopropilo le brindó una buena capacidad de difusión y un mayor poder penetrante.

La pomada fue observada en diferentes intervalos de tiempo: 24 horas, 7 días ,15 días y finalmente 30 días; en todos los casos el preparado presentó un aspecto homogéneo sin cambio de coloración, textura suave, consistencia semisólida, olor característico y ausencia de crecimiento de colonias bacterianas u hongos, así como de partículas extrañas.

En términos generales las pomadas presentaron estabilidad y características organolépticas apropiadas tras realizado el control de calidad organoléptico básico. Para poder tener resultados más específicos se necesitan estudios reológicos, de extensibilidad, viscosidad, estabilidad térmica y control microbiológico.

3. EVALUACIÓN DEL EFECTO CICATRIZANTE DEL ACEITE DE *Cocos nucífera L.*

3.1.INDUCCIÓN DE HERIDAS

Se utilizó el método de incisión simple propuesto por González-Quevedo Rodríguez M. (1990), este es uno de los métodos más utilizados debido a que la cisura puede ser perfectamente medida, obteniéndose de esta manera heridas del mismo tamaño y profundidad. (48)

El tamaño de las heridas fue de 2 cm de longitud para poder evidenciar mejor el proceso de cicatrización y reparación. Los modelos de investigación refieren comúnmente heridas de 1 cm, aunque existen otros trabajos donde se evaluó el efecto cicatrizante con heridas de 3 cm. (49)

La zona donde se realizó la incisión fue en el tercio anterior del lomo, perpendicular al eje del animal. Todas las heridas fueron inducidas en la misma zona debido a que la vascularización en diferentes áreas podría alterar los resultados de resistencia.

Se trabajó con una sola herida por animal; aunque existen modelos donde se trabajaron dos heridas paralelas en el lomo del mismo animal con la finalidad de tomar a una de las heridas como control, en estos casos los resultados pueden verse influenciados debido a que el área es limitada para realizar dos pruebas.

3.2.SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE CICATRIZACIÓN

Después de la incisión se monitorizaron las heridas observándolas diariamente antes de la aplicación de los diferentes tratamientos, los resultados se muestran en la **Tabla N°15**, **Tabla N°16** y **Tabla N°17**.

Tabla N° 15

Seguimiento del proceso de cicatrización en la prueba piloto

<i>Grupo experimental</i>	<i>Día 1</i>	<i>Día 3</i>	<i>Día 6</i>	<i>Día 9</i>	<i>Día 12</i>	<i>Día 14</i>
Grupo experimental 1 (pomada al 30%)	bordes de la herida muy enrojecidos	Formación de la costra (encostración)	Costra completa	Costra de menor tamaño	Caída completa de la costra	Cicatrización completa
Grupo experimental 2 (pomada al 60%)	bordes de la herida muy enrojecidos	Formación de la costra (encostración)	Costra completa	Costra completa	Costra completa adherida al hilo de sutura	Costra reducida , seca y dura , piel sin enrojecimiento
Grupo blanco (pomada base)	bordes de la herida muy enrojecidos	Formación de la costra (encostración)	Costra completa	Costra de menor tamaño	Inicio de caída de la costra	Caída completa de la costra
Grupo control (-)	bordes de la herida muy enrojecidos	Enrojecimiento	Formación de la costra (encostración)	Costra completa	Costra de menor tamaño	Caída completa de la costra

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 16

























Seguimiento del proceso de cicatrización en la prueba final

<i>Grupo experimental</i>	<i>Día 1</i>	<i>Día 3</i>	<i>Día 6</i>	<i>Día 9</i>	<i>Día 12</i>	<i>Día 14</i>
Grupo experimental (pomada al 30%)	bordes de la herida muy enrojecidos	Formación de la costra (encostración)	Costra completa	Costra de menor tamaño	Caída completa de la costra	Cicatrización completa
Grupo blanco (pomada base)	bordes de la herida muy enrojecidos	Formación de la costra (encostración)	Costra completa	Costra de menor tamaño	Inicio de caída de la costra	Caída completa de la costra
Grupo control (+) (pomada comercial)	bordes de la herida muy enrojecidos	Formación de la costra (encostración)	Costra completa	Costra de menor tamaño	Caída completa de la costra	Cicatrización completa
Grupo control (-)	bordes de la herida muy enrojecidos	Enrojecimiento	Formación de la costra (encostración)	Costra completa	Costra de menor tamaño	Caída completa de la costra

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17

Imágenes del seguimiento del proceso de cicatrización en la prueba final

Grupo experimental	Día 1	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 14
Grupo experimental (pomada al 30%)						
Grupo blanco (pomada base)						
Grupo control (+) (pomada comercial)						
Grupo control (-)						

Fuente: Elaboración propia



Parte de la monitorización y seguimiento del proceso cicatrizante fue la medición del tamaño de las heridas a los 7 días de aplicados los diversos tratamientos. El análisis de los resultados se encuentra en la **Tabla N°18**:

Tabla N° 18

Parámetros de distribución del tamaño de las heridas a los 7 días.

<i>Variable</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>
<i>Tamaño de las heridas (cm) del grupo experimental</i>	Conteo total	4
	Promedio	0.63
	D.S.	0.25
	Mínimo	0.5
	Máximo	1.0
<i>Tamaño de las heridas (cm) del grupo blanco</i>	Conteo total	4
	Promedio	1.05
	D.S.	0.1
	Mínimo	1
	Máximo	1.2
<i>Tamaño de las heridas (cm) del grupo control (+)</i>	Conteo total	4
	Promedio	0.65
	D.S.	0.23
	Mínimo	0.5
	Máximo	1
<i>Tamaño de las heridas (cm) del grupo control (-)</i>	Conteo total	4
	Promedio	1.13
	D.S.	0.15
	Mínimo	1
	Máximo	1.3

Fuente: Elaboración propia.

En el primer día después de la incisión en todos los animales se puede apreciar la primera etapa de la cicatrización, se da el proceso de hemostasia que controla la hemorragia haciéndola escasa. El incremento de flujo sanguíneo y la vasoconstricción son evidenciados claramente por el enrojecimiento del área y bordes de la herida.

Posteriormente se observó una formación cutánea o costra, la cual sirve de barrera protectora para la dermis en regeneración, al estar la costra completamente formada, empieza a reducir su tamaño hasta que se cae dejando la herida cicatrizada. Estos procesos tuvieron una distinta duración de acuerdo al grupo experimental evaluado, siendo el grupo tratado con la pomada de aceite de coco al 30% y el grupo tratado con la pomada comercial los que presentaron una cicatrización completa en un menor tiempo en relación a los demás grupos. Este resultado también se relaciona con el tamaño de las heridas las

cuales fueron en promedio de 0.63 cm en el grupo experimental y de 0.65 cm para el grupo control positivo, ambos medidos a los 7 días. El grupo experimental 2 (perteneciente a la prueba piloto) al que se aplicó la pomada con aceite de coco al 60%, presentó una costra más dura adherida al hilo y a la piel del animal la cual nunca se desprendió, esto puede deberse al efecto oclusivo y congestivo del aceite de coco sobre la piel.

En ningún caso se observó presencia de exudado, secreción serosa o purulenta ni tejido desvitalizado.

Estos resultados en su mayoría cualitativos, son producto de la observación de la evolución de las heridas. Para obtener resultados cuantitativos sobre el efecto cicatrizante se realizó posteriormente la prueba tensiométrica y su respectivo análisis.

3.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA TENSIO MÉTRICA

El método tensiométrico es ampliamente utilizado en diversas investigaciones, lo que demuestra su aceptación en el campo científico.

En la **Tabla N°19** y **Fig. 34** se presentan los resultados en gramos de arena necesarios para provocar la ruptura de la cicatriz y el posterior análisis de los datos.

Tabla N° 19

Resistencia a la tensión en gramos de los distintos grupos experimentales

	<i>Resistencia en gramos de arena</i>			
	<i>Grupo experimental</i>	<i>Grupo blanco</i>	<i>Grupo control (+)</i>	<i>Grupo control (-)</i>
1	636	367	608	318
2	583	419	553	287
3	612	385	561	340
4	567	340	549	299

Fuente: Elaboración propia

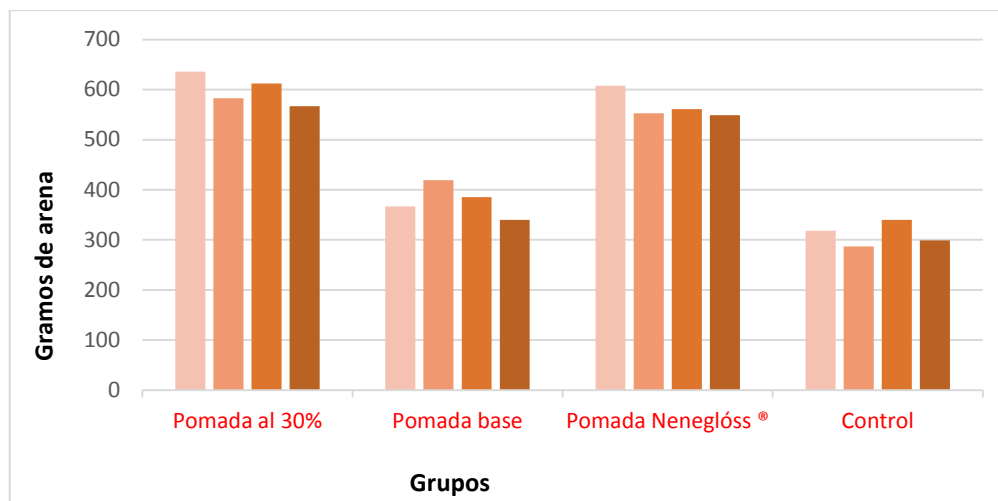


Fig. 34 Columnas agrupadas de la resistencia a la tensión en gramos

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 20

Análisis de los resultados tensiométricos

Grupo experimental	Valor medio	Desviación estándar	Varianza	Mediana	Valor mínimo	Valor máximo	Actividad cicatrizante (%) *
Grupo experimental	599.50	30.64	939.00	597.50	567.00	636.00	92
Grupo blanco	377.75	33.14	1098.25	376.00	340.00	419.00	21
Grupo control (+)	567.75	27.29	744.91	557.00	549.00	608.00	82
Grupo control (-)	311.00	23.17	536.66	308.50	287.00	340.00	-

Fuente: Elaboración propia

*Actividad cicatrizante, se calculó con la siguiente formula:

$$\%A.C. = \frac{\text{resistencia promedio del grupo tratado} - \text{resistencia promedio del grupo control}}{\text{resistencia promedio del grupo control}} * 100$$

Según el análisis de la **Tabla N° 20**, el promedio del grupo tratado con la pomada al 30% de aceite de coco fue de 599.5 g con una actividad cicatrizante del 92%, valor mayor en comparación a los valores de todos los grupos, el valor más cercano a este es el del grupo

tratado con la pomada comercial cuyo valor medio fue de 567.75 g y una actividad cicatrizante del 82%, aunque este grupo presentó datos más homogéneos con una D.S. de 27.29. La diferencia de resultados puede deberse a que la pomada utilizada en el grupo experimental presenta una mayor concentración de principio activo en relación con la concentración de la pomada comercial utilizada en el grupo control (+).

El promedio de la resistencia en gramos de arena para el grupo al que se aplicó la pomada base fue de 377.75 g, este valor está por encima del promedio del grupo al cual no se le aplicó tratamiento alguno, que fue de 311g; esto puede deberse a que los excipientes también poseen una actividad cicatrizante. Esta mínima actividad cicatrizante del 21% nos indica que los excipientes escogidos para la formulación ayudan a que el aceite de coco mejore su actividad. Este mismo grupo presenta la mayor dispersión de datos con una D.S. de 33.14, esto puede ser el resultado de las variaciones interindividuales de los animales y las diferentes respuestas al tratamiento.

La menor dispersión de los datos es del grupo control (-) con una D.S. de 23.17, como resultado de la uniformidad del proceso de cicatrización en heridas a las que no se les aplicó tratamiento alguno, observándose así la respuesta fisiológica del animal.

Se puede afirmar que el método tensiométrico resulta ser una buena opción al evaluar el efecto cicatrizante ya que es económico, rápido y no presenta inconvenientes en su realización. Un estudio histológico del área evaluada puede ser de gran utilidad y es muy sugerido tras realizar la prueba tensiométrica, pero representa un mayor presupuesto para la investigación.

Existen otros métodos para evaluar la actividad cicatrizante como: hallar el porcentaje de contracción de la herida (medición del área) en diferentes intervalos de tiempo con ayuda de un software especializado.

Para ver si las diferencias de los resultados obtenidos de los grupos experimentales son significativas se aplicó un posterior análisis estadístico ANOVA y Tukey.

Tabla N° 21

Resumen de los datos de los grupos experimentales

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Grupo experimental	4	2398	599.50	939.00
Grupo blanco	4	1511	377.75	1098.25
Grupo control (+)	4	2271	567.75	744.91
Grupo control (-)	4	1244	311.00	536.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 22

Análisis de varianza ANOVA de los grupos experimentales

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor</i>
						<i>crítico para F</i>
Entre grupos	239889.5	3	79963.1667	96.38	1.154E-08	3.49
Dentro de los grupos	9956.5	12	829.708333			
Total	249846	15				

Fuente: Elaboración propia.

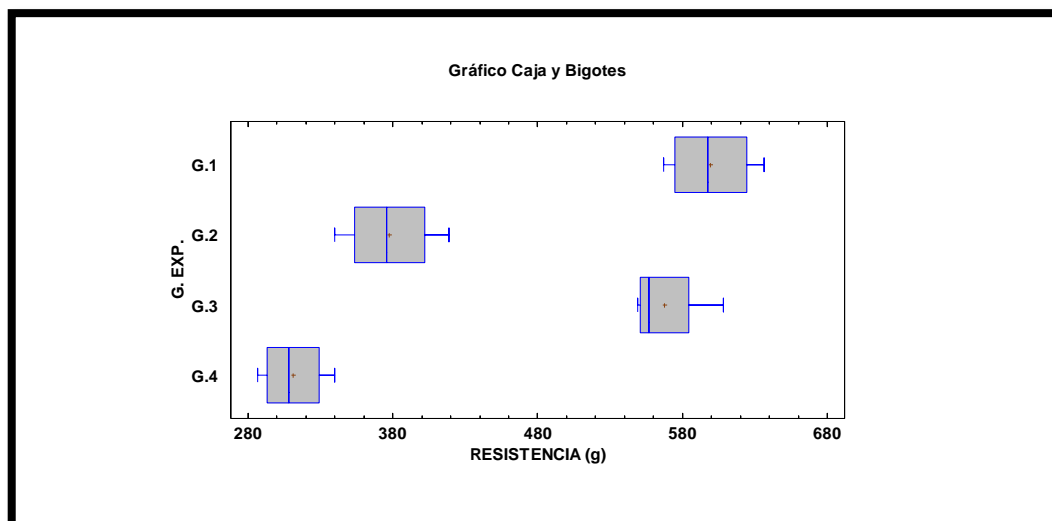


Fig. 35 Gráfico de caja y bigotes

Fuente: Elaboración propia.

Gracias al análisis de varianza se lograron comparar los resultados obtenidos de la prueba tensiométrica de los cuatro grupos experimentales, tomando como variable cuantitativa los gramos de arena. (**Tabla N°21**)

Para realizar el análisis ANOVA (simple) primero se plantearon las hipótesis nula y alternativa, luego se estableció el nivel de significación de 0.05 (prueba de una sola cola) y seguidamente se empleó la distribución de muestreo F.

Los resultados se resumen en la **Tabla N°22** donde el valor F calculado fue de 96.38 y el F crítico de 3.49, en cuanto a la significación el valor de P fue de $1.154E^{-08}$ ($P < 0.05$), por todo esto se rechazó la hipótesis nula dando crédito a la hipótesis alternativa, que señala que si existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimentales.

El gráfico de caja y bigotes (**Fig. 35**) nos permitió representar visualmente la dispersión y simetría de los datos gracias al recorrido intercuartílico. En los cuatro grupos experimentales se pudo observar que la distribución de los datos es asimétrica.

Para determinar que medias son estadísticamente diferentes se aplicó una prueba POST HOC (**Anexo 4**), en este caso la prueba de comparaciones múltiples de TUKEY (50)

Tabla N° 23

Pruebas HSD de Tukey

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>G. EXP.</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
G.4	4	311.0	X
G.2	4	377.75	X
G.3	4	567.75	X
G.1	4	599.5	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
G.1 - G.2	*	221.75	60.6548
G.1 - G.3		31.75	60.6548
G.1 - G.4	*	288.5	60.6548
G.2 - G.3	*	-190.0	60.6548
G.2 - G.4	*	66.75	60.6548
G.3 - G.4	*	256.75	60.6548

* indica una diferencia significativa.

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el número de datos es el mismo por cada grupo experimental, se escogió como prueba POST HOC a la diferencia honestamente significativa de Tukey, además esta es una prueba conservadora que mantiene bajo el error de tipo I y es ampliamente utilizada en estudios experimentales.

En la **Tabla N°23** se aplicó un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 5 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. Se identificaron 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existiendo diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. Con el método de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey hay un riesgo del 5.0%

al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Los resultados mostraron que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el grupo experimental (animales tratados con la pomada de aceite de coco al 30%) y el grupo control positivo (animales tratados con la pomada comercial), concluyendo que ambos grupos presentan una eficacia cicatrizante similar.

Por otra parte, existe diferencia estadísticamente significativa entre el grupo con pomada blanco y el grupo control negativo por lo que se confirma una mínima actividad cicatrizante por parte de los excipientes.

Con todos los resultados obtenidos se puede afirmar que la pomada con aceite de *Cocos nucífera L.* al 30% si tiene efecto cicatrizante y es una buena opción comparable con otras pomadas comerciales ya que presenta un efecto farmacológico similar, aunque debe de tenerse en cuenta parámetros como la concentración y naturaleza del principio activo.

El efecto cicatrizante es posible que se deba a la presencia de ácidos grasos saturados de cadena media como el ácido láurico. En el estudio realizado por Mora O. (51) titulado “Ácido láurico; componente bioactivo del aceite de palmiste”, se presenta una revisión de los efectos fisiológicos y las aplicaciones nutraceuticas del ácido láurico, además de atribuirle propiedades regeneradoras de tejidos, antimicrobianas y antivirales. Por otra parte en el estudio presentado por Menis F, Adriano et al. (2012) titulado “Utilización de ácidos grasos en el tratamiento de heridas: revisión integral de la literatura nacional” (52), se concluye que los ácidos grasos aumentan la respuesta inmune y aceleran el proceso inflamatorio estimulando consecuentemente el proceso de cicatrización mediante la angiogénesis y la epitelización.

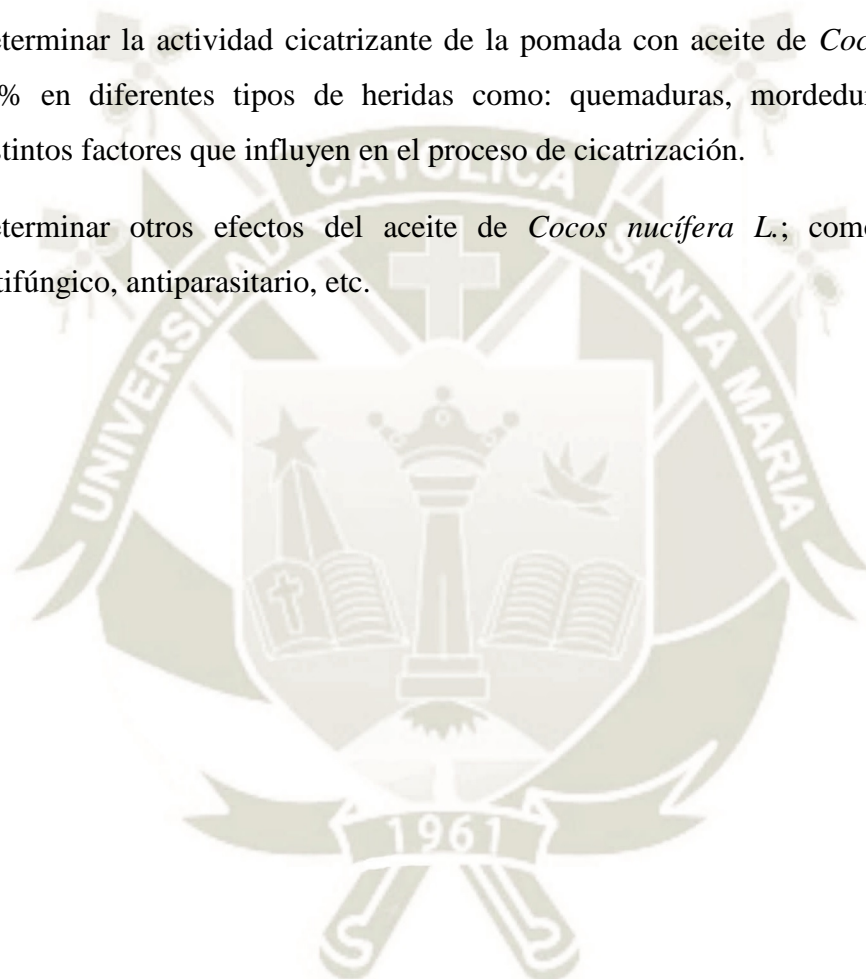
Los resultados hubieran podido diferir si se hubieran trabajado con un mayor número de animales de experimentación, pero por asuntos éticos donde se busca obtener resultados con la mínima cantidad de animales, no se aumentó el tamaño maestral; así como tampoco se halló la eficacia cicatrizante, para lo cual se necesitaría sacrificar un animal realizando una herida en piel sana para poder obtener un valor referencial, por este motivo el valor de referencia utilizado fue el del grupo control que nos permitió hallar la actividad cicatrizante dentro de los grupos.

CONCLUSIONES

1. Se obtuvo el aceite de *Cocos nucífera L.* mediante el método de expresión, con un rendimiento del 18.5%. El método empleado resultó ser fácil de realizar, no necesita insumos ni tecnología especializada, no implica un posterior tratamiento ni refinado del aceite y es muy económico. La desventaja es que ofrece un menor rendimiento en comparación con otros métodos, por lo que no puede ser utilizado en la industria.
2. El aceite de *Cocos nucífera L.* fue caracterizado mediante un análisis organoléptico y por métodos fisicoquímicos; dando como resultado que el aceite obtenido fue de buena calidad, por lo que podría utilizarse en el desarrollo de nuevos productos, o ser de gran utilidad en actividades investigadoras.
3. Se elaboraron dos pomadas en base al aceite de *Cocos nucífera L.* a diferentes concentraciones, siendo la pomada al 30% la presentó mayor efecto cicatrizante. Dentro de las características de la pomada al 30% se encuentra: aspecto homogéneo, consistencia semisólida, color blanco, textura suave y olor característico del coco.
4. El método tensiométrico aplicado en heridas incisas fue determinante en la evaluación del efecto cicatrizante de la pomada con aceite de *Cocos nucífera L.* al 30%, afirmando que ésta si posee efecto cicatrizante y es una buena opción terapéutica.
5. Mediante la ejecución del análisis de varianza ANOVA y la prueba HSD de Tukey, se compararon los resultados de los grupos determinándose que la pomada con aceite de *Cocos nucífera L.* al 30% posee efecto cicatrizante comparable con la forma farmacéutica comercial Neneglóss®.

SUGERENCIAS

1. Realizar el proceso de extracción del aceite de *Cocos nucífera L.* mediante otros métodos con la finalidad de comparar el rendimiento total del mismo.
2. Realizar estudios de control de calidad y estabilidad a largo plazo del preparado farmacéutico.
3. Determinar la actividad cicatrizante de la pomada con aceite de *Cocos nucífera L.* al 30% en diferentes tipos de heridas como: quemaduras, mordeduras, etc.; o bajo distintos factores que influyen en el proceso de cicatrización.
4. Determinar otros efectos del aceite de *Cocos nucífera L.*; como antibacteriano, antifúngico, antiparasitario, etc.



BIBLIOGRAFÍA

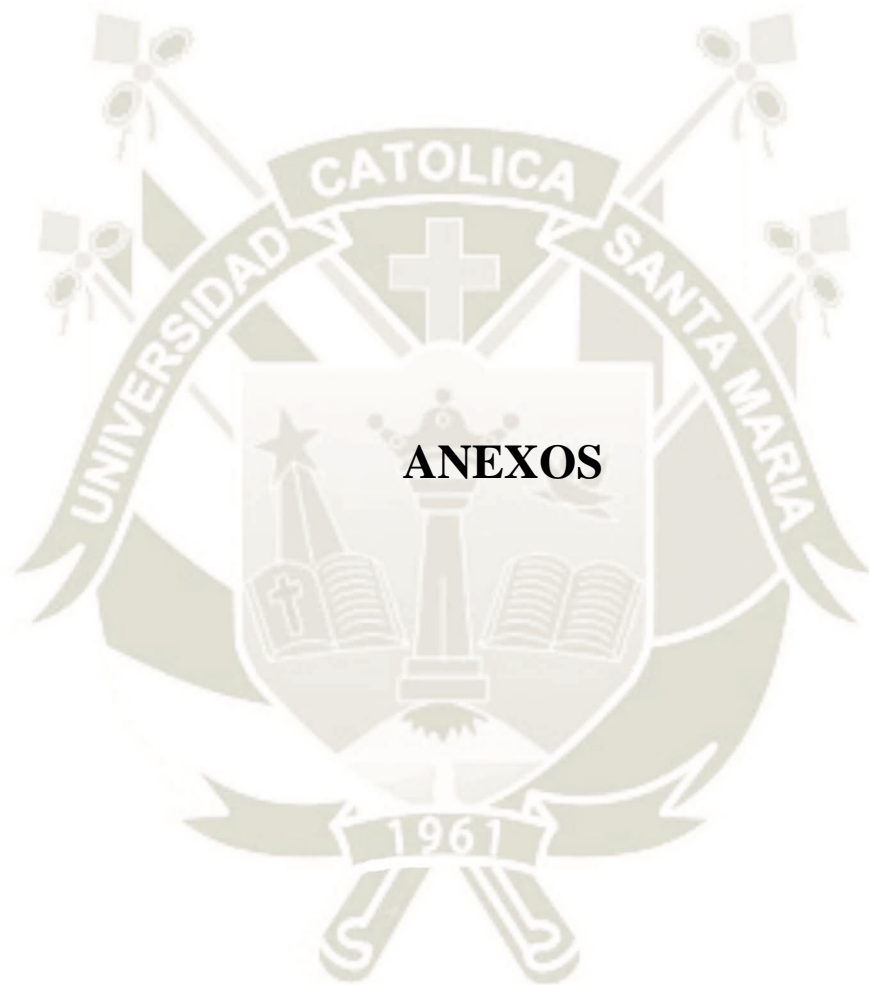
1. López P. Perspectiva histórica de las úlceras y heridas. “El arte de las heridas”. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: <https://gneaupp.info/historia-de-las-heridas/>
2. Carretero M. Plantas medicinales en dermatología (II): Aceites de almendras, germen de trigo, coco, sésamo y rosa mosqueta. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: <https://botplusweb.portalfarma.com/documentos/2014/9/17/75051.pdf>
3. Merino J, Noriega M. La Piel Estructura y Funciones. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/879/course/section/967/Tema%252011-Bloque%2520II-La%2520Piel.%2520Estructura%2520y%2520Funciones.pdf>
4. Thibodeau G, Patton K. Anatomía y Fisiología. 2ª ed. Madrid: Mosby/Doyma Libros; 1995. p.132.
5. Michel H, Lynn J, Gordon I. Histología Texto y Atlas Color. 3ª ed. México: Panamericana; 1997: 368-370.
6. Ahmad and owais. Modern Phytomedicine. First Edition. Wiley-vch Press. 2006.
7. Institute for Quality and Efficiency in Health Care. How does skin work?. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmedhealth/PMH0072439/>
8. Salem C, Perez J, Henning E, Uherek f, Schultz C, internos Butte y Gonzales. Heridas. Conceptos generales. Cuad. Cir. 2000; 14: 90-99.
9. Ortiz F, Miranda N, Moirano J, Fassi J. Cirugía. Semiología, fisiopatología y clínica quirúrgica. 3ª ed. Buenos Aires: El Ateneo; 1993.
10. Robson M. Wound healing: biologic features and approaches to maximum healing trajectories. Curr. Probl. Surg. 2001; 38 (2):72–141.
11. Velnar T, Bailey T, Smrkolj V. The Wound Healing Process: an Overview of the Cellular and Molecular Mechanisms. J. Int. Med. Res. 2009, 37 (5), 1528–1542.

12. Sabiston D, Lyerly H. Tratado de patología quirúrgica. 3^a ed. Mexico: McGraw-Hill Int.; 1999.
13. Leach M. A critical review of natural therapies in wound management. *Ostomy Wound Manag.* 2004, 50 (2), 36–46.
14. Sabiston. Tratado de patología quirúrgica. 16^a ed. Mexico: McGraw-Hill Int.; 2003.
15. Townsend C, Beauchamp D, Evers M, Mattox K. Tratado de cirugía. Fundamentos biológicos de la práctica quirúrgica moderna. 5^a ed. España: Elsevier; 2013.
16. Blanco F, Jara E. Evaluación del efecto cicatrizante de los extractos (fluido y glicólico) y la crema de aloysia spathulata (chiqchilla) en heridas incisivas inducidas en animales de experimentación. [Tesis de pregrado.] Arequipa; 2012.
17. Ramírez G. “Physiology of cutaneous cicatrization”. *Revista Facultad de Salud, Universidad Surcolombiana* Vol. 2 Nro. 2 - 2010: 69-78.
18. ITIS Report. Cocos L. Taxonomic Serial N° 42450. [consultado en Agosto del 2019] Disponible en: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=42450#null; consultado en Agosto del 2019.
19. Chan E, Elevitch C. Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Cocos nucífera (coconut). 2006. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: <http://easterislandculture.com/pdf/coconut.pdf>; consultado en Agosto del 2019.
20. Granados D, López G. Manejo de la palma de coco (Cocos nucífera L.) en México. *Chapingo* 2012; 8 (1): 39-48.
21. Barres G. El gran viaje del coco. 2016. [consultado en Octubre del 2019]. Disponible en: <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/2016/06/20/biologia-cocotero-coco/>
22. Bendaña G. Agua de coco, agua de vida. [consultado en Agosto del 2019] Disponible en: <http://www.temasnicas.net/split116/aguadecoco.pdf>.
23. Navarro P, Tapia M, Pérez E, Fernández J, Welte-Chanes J. Leche de coco: Composición, tecnología y funcionalidad. Nuevas oportunidades para su conservación y uso. *Agrollania* 2007; 4: 37-52.

24. Zaragoza J. Propuestas tecnológicas post cosecha para un aprovechamiento integral del coco. Iquitos, 2013. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3009/T%20664%20Z46.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
25. Limones V, Fernández M. El cocotero: “El árbol de la vida”. Herbario Cicy, 2016. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2016/2016-07-14-Limones-Fernandez-El-Cocotero.pdf.
26. Los lípidos (I parte). Clasificación de los ácidos grasos. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: <https://rincondelmusculo.com/los-lipidos-parte-i-clasificando-los-acidos-grasos/>.
27. Devlin, T. 2004. Bioquímica, 4ª edición. Reverté, Barcelona. ISBN 84-291-7208-4
28. Espinoza M, Zapata C. Estudio de aceites vegetales comestibles , 2010. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en : <http://www.odecu.cl/wp-content/uploads/2017/12/2010-estudio-aceites-vegetales.pdf>.
29. Lawson H. Aceites y grasas alimentarios. Tecnología, utilización y nutrición. España: Acribia, S.A.; 1999:1-26
30. Albisu M, Fernández P. Aceites y grasas. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: http://efisalut.com/recursos/documents/Aceites_y_grasas.pdf.
31. Tabio D, Díaz Y, Rondón M, Fernández E, Piloto R. Extracción de aceites de origen vegetal. 2017. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en : https://www.academia.edu/36314427/Extracción_de_aceites_de_origen_vegetal.
32. Damodaran S, Parkin K, Fennema O. Química de los alimentos. 3ª ed. España: Acribia, S.A.; 2010: 178-179.
33. Voigt R, Bornschein M. Tratado de tecnología farmacéutica. 3ª ed. España: Acribia; 1982: 297-299
34. Martínez R. Tratado de tecnología farmacéutica (vol III). Madrid: Síntesis; 2017
35. Darr A. Tecnología Farmacéutica. Texto para el ingeniero farmacéutico. 4ª ed. Zaragoza: Acribia; 1979: 193-194

36. Vila J. Tecnología farmacéutica. Formas farmacéuticas (vol II). España: Síntesis; 2001: 308-319.
37. Martínez A. Aceites esenciales. Antioquia, 2001. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: http://www.med-informatica.net/TERAPEUTICA-STAR/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf.
38. Estudio de la viscosidad y densidad de diferentes aceites para su uso como biocombustible. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/9403/4.2.%20Densidad.pdf>.
39. Connors K. Curso de análisis farmacéutico (ensayo del medicamento). Madrid. Reverté, 1980: 272-276.
40. Pike Oscar A. Análisis de los alimentos. La caracterización de las grasas. España: Acribia: 269-287.
41. García T, Roca J. Industrialización de los crustáceos para la obtención de Quitosano en unguento con efecto cicatrizante. Producción y Gestión, 2008; 11(2): 24-32.
42. Malajovich M. Aceite de copra. Extracción del aceite de coco. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: https://www.bteduc.com/guias_es/113_Extraccion_de_aceite_de_copra.pdf.
43. CODEX STAN 177-1991. Norma para el coco desecado. P:1-4. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcode_x%252Fstandards%252FCXS%2B177-1991%252FCXS_177s.pdf.
44. Oleo Lab Grupo SA. Cococare. Aceite de coco orgánico. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: http://oleolab.com/files/1486511723_COCONUT%20OIL_ESP_2P.pdf.
45. CODEX-STAN-124-1981. Norma del Codex para el Aceite de Coco Comestible. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/ninternacionales/CODEX-STAN-124-1981.pdf>.
46. Industrial de coco SA de CV. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: <http://www.icoso.mx/productos.html>.

47. Aceites Naturales. Aceite de coco. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: <https://aceitesnaturales.info/aceite-coco/>.
48. González-Quevedo Rodríguez M, Abela I, Hurtado J, Larionova M, López-Calleja C. Estudio preclínico de la acción cicatrizante que ejerce sobre las heridas abiertas los extractos inyectables elaborados con dos variedades de Aloe que crecen en Cuba. En: Compendio sobre investigaciones del Aloe barbadensis Miller (sábila) cultivado en Cuba. La Habana: Imprenta Dirección Política FAR, 1980:36-48.
49. Garcia L, Pinto E. Evaluación del efecto cicatrizante de los aceites esenciales de las hojas del origanum vulgare l. “orégano” sobre heridas en modelos de experimentación in vivo [Tesis de pregrado]. Arequipa, 2018: 63:64
50. Wayne D. Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª Edición, 2007. Editorial Limusa S.A. México.
- 51 Mora L. Ácido láurico: componente bioactivo del aceite de palmiste. PALMAS-Vol. 24; N°1. 2003. [consultado en Agosto del 2019]. Disponible en: <https://www.dietacoherente.com/wp-content/uploads/2015/02/acido-laurico.pdf>.
- 52 Menis A, Machado B, Rigotti M, Dias M. Utilización de ácidos grasos en el tratamiento de heridas: revisión integral de la literatura nacional. Rev Esc Enferm USP. 2012; 46(3):752-60.



ANEXO 1: Constancia de clasificación taxonómica



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE BIOLOGÍA
HERBARIUM AREQVIPENSE (HUSA)



CONSTANCIA Nº 62 -2019-HUSA

El Director del *Herbarium Arequipense* (HUSA) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

HACE CONSTAR:

Que la muestra fresca del espécimen presentada por **Grecia Carolina Rossi Paredes**, egresada de la carrera Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Católica Santa María, para la realización de su tesis "EFECTO CICATRIZANTE DEL ACEITE DE *Cocos nucifera* L. "Coco" EN HERIDAS DE ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN". La muestra fue traída al Laboratorio de Botánica al estado fenológico fresco para su determinación en el *Herbarium Arequipense* (HUSA) y corresponde a la siguiente clasificación y especie.

División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Arecales
Familia: Arecaceae
Género: *Cocos*
Especie: *Cocos nucifera* L.

Se expide la presente a solicitud del interesado para los fines que se estimen convenientes.

Arequipa 26 de agosto del 2019.


 Blgo. Leoncio Mariño Herrera
 DIRECTOR
 Herbarium Arequipense (HUSA)



Avenida Daniel Alcides Carrión s/n cercado
 Teléfono: (054) 237755 / 993659045
 Apartado Postal: 0028
 AREQUIPA – PERÚ

ANEXO 2: Densidades relativas de algunos aceites vegetales

Tipo de aceite	Densidad relativa
Aceite de girasol	0.918 - 0.923
Aceite de soja	0.919 - 0.925
Aceite de cacahuete (maní)	0.912 - 0.920
Aceite de oliva	0.913 - 0.916
Aceite de palma	0.891 - 0.899
Aceite de coco	0.908 - 0.921
Aceite de maíz	0.917 - 0.925
Aceite de colza	0.910 - 0.920
Aceite de lino	0.926 - 0.930
Aceite de algodón	0.918 - 0.926
Aceite de cártamo	0.922 - 0.927

ANEXO 3: Especificación técnica del aceite de coco C.B.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ACEITE DE COCO C.B.	Clase: ETS-34-001	Fecha de Vigencia: 16 de Julio 2013
		No. de Revisión: 1	Página: 2 de 4

3. NOMBRE DEL PRODUCTO E IDENTIFICACION SIMILAR.

- 3.1 Aceite de Coco C.B.
 3.2 Su identificación es: AC03 para su venta a granel.
 3.3 Su identificación es: AC13 para su venta en cubetas.
 3.4 Su identificación es: AC18 para su venta en tambos.

4. COMPOSICION

Aceite 100% Coco.

5. CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS, QUÍMICAS Y FÍSICAS

a) Físico-Químicas:

No.	ANÁLISIS	PARAMETRO
5.1	Índice de Yodo	7.0 – 12.0 gr I2/100g
5.2	Ácidos Grasos Libres (Oléico)	5.64 % Máximo
5.3	Color (Lovibond)	4.0 Rojo Máximo
5.4	Punto de Fusión	23.0 – 26.0 ° C
5.5	Humedad	0.20% Máximo
5.6	Impurezas	Máximo 10 impurezas en la muestra

ANÁLISIS OPCIONAL

No.	PERFIL DE ACIDOS GRASOS	RANGO (%)
5.61	Ácido Caprónico	0.0 – 0.70
5.62	Ácido Caprílico	0.91 – 9.4
5.63	Ácido Cáprico	3.78 – 7.8
5.64	Ácido Láurico	44.0 – 50.92
5.65	Ácido Mirístico	16.8 – 21.09
5.66	Ácido Palmítico	7.7 – 10.5
5.67	Ácido Estearico	1.0 – 4.88
5.68	Ácido Oleico	5.4 – 9.9
5.69	Ácido Linoleico	0.8 – 3.0
5.70	Ácido Linolénico	0.0 – 0.20

Anexo 4: Pruebas Post Hoc

PRUEBA LSD

Método: 95.0 porcentaje LSD

G. EXP.	Casos	Media	Grupos Homogéneos
G.4	4	311.0	X
G.2	4	377.75	X
G.3	4	567.75	X
G.1	4	599.5	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
G.1 - G.2	*	221.75	44.3781
G.1 - G.3		31.75	44.3781
G.1 - G.4	*	288.5	44.3781
G.2 - G.3	*	-190.0	44.3781
G.2 - G.4	*	66.75	44.3781
G.3 - G.4	*	256.75	44.3781

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 5 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

PRUEBA DE DUCAN

Método: 95.0 porcentaje Duncan

G. EXP.	Casos	Media	Grupos Homogéneos
G.4	4	311.0	X
G.2	4	377.75	X
G.3	4	567.75	X
G.1	4	599.5	X

Contraste	Sig.	Diferencia
G.1 - G.2	*	221.75
G.1 - G.3		31.75
G.1 - G.4	*	288.5
G.2 - G.3	*	-190.0
G.2 - G.4	*	66.75
G.3 - G.4	*	256.75

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 5 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de comparación múltiple de Duncan. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.