



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO CICATRIZANTE DE EXTRACTOS A BASE  
DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*) EN RATONES (*Mus musculus*)”**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO**

**PRESENTADO POR**

**GABRIELA DOLORES CABEZAS ROMÁN**

**RIOBAMBA – ECUADOR  
2014**

## **DEDICATORIA**

*A Dios por ser mi luz y mi guía en cada una de las etapas de mi vida.*

*A mis padres por ser el pilar fundamental de mi vida, por sus valiosas enseñanzas, por su apoyo tanto económico como moral y por su esfuerzo diario que me han permitido salir adelante y llegar a ser una persona de bien.*

*A mis hermanos por brindarme siempre su apoyo incondicional.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mi familia por su apoyo incondicional y por creer en mis capacidades.*

*A la Dra. Susana Abdo y Dr. Francisco Portero por su colaboración, orientación y guía en el desarrollo de la presente tesis.*

*A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y mis maestros que supieron brindarme sus conocimientos durante mi vida estudiantil para mi formación profesional.*

*A todas las personas que de cierta manera participaron en el desarrollo y la culminación de este trabajo investigativo.*

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: “**EVALUACIÓN DEL EFECTO CICATRIZANTE DE EXTRACTOS A BASE DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*) EN RATONES (*Mus musculus*)**”, de responsabilidad de la señorita egresada Gabriela Dolores Cabezas Román, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. César Avalos  
**DECANO FAC. CIENCIAS**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Dra. Ana Albuja  
**DIRECTORA ESCUELA**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Dra. Susana Abdo  
**DIRECTOR DE TESIS**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Dr. Francisco Portero  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**DIRECTOR CENTRO  
DE DOCUMENTACIÓN**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**NOTA DE TESIS ESCRITA**

\_\_\_\_\_

Yo, **Gabriela Dolores Cabezas Román**, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

---

**GABRIELA DOLORES CABEZAS ROMÁN**

## RESUMEN

Se evaluó el efecto cicatrizante del extracto hidroalcohólico de Mastuerzo (*Tropaeolum majus*) a diferentes concentraciones, en el Bioterio de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Se realizó el control de calidad de la droga cruda y del extracto hidroalcohólico, utilizado para la evaluación del efecto cicatrizante en heridas inducidas en ratones (*Mus musculus*), considerando el tiempo de cicatrización y la longitud final de la cicatriz, los resultados fueron analizados estadísticamente con un intervalo del 95% de confianza, por medio de los test Anova y Tuckey. Mediante análisis físicoquímico del extracto hidroalcohólico se pudo determinar que posee un pH 6,45; densidad relativa 0,9652; índice de refracción 1,358 y sólidos totales 1,49 %. En la cuantificación de compuestos fenólicos se obtuvo un valor de 821,37 expresados como  $\mu\text{g}$  de ácido gálico/g de muestra; se cuantificó flavonoides totales obteniéndose un valor de 30,89 expresados como  $\mu\text{g}$  de catequina/g de muestra.

Se concluye que el extracto hidroalcohólico de Mastuerzo (*Tropaeolum majus*) resulta eficaz aplicado en heridas inducidas, con mayor efecto en concentración al 80%, presentando cicatrización en 10 días, con una longitud de la cicatriz de 1.4 cm. Se recomienda elaborar una forma farmacéutica para facilitar la administración del extracto de Mastuerzo (*Tropaeolum majus*).

## SUMMARY

The healing effect of the extract hydro-alcoholic of Garden Cress (*Tropaeolum majus*) was evaluated at different concentrations in the Vivarium of Science Faculty of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Quality control of crude drug and the hydroalcoholic extract, were used for the evaluation of healing effect in injuries induced in mice (*Mus musculus*), considering the healing time and the scar final length, the results were analyzed statistically with an interval of 95% of confidence, by Anova and Tuckey tests. Through physico-chemical analysis of the extract hydro-alcoholic it could be determined that has a pH of 6.45; relative density 0,9652; refractive index 1,358 and 1.49% total solids. In the quantification of phenolic compounds it was obtained a value of 821,37 expressed as  $\mu\text{g}$  of Gallic acid/g of simple; total flavonoids were quantified, obtained a value of 30,89 expressed as  $\mu\text{g}$  of catechin/g of simple.

This study concluded that, the hydroalcoholic extract of Garden Cress (*Tropaeolum majus*) resulted effective applied in injuries induced, with greater effect on concentration at 80% by presenting healing in 10 days, with a length of 1.4 cm scar. It is recommended to develop a pharmaceutical form to facilitate the administration of the extract of Garden Cress (*Tropaeolum majus*).

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

### CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO</b> .....	1
1.1 La piel .....	1
1.1.1 Embriología .....	2
1.1.2 Estructura de la piel .....	3
1.1.2.1 Epidermis .....	3
1.1.2.2 Dermis.....	5
1.1.2.3 Hipodermis.....	7
1.1.3 Inervación de la piel.....	7
1.1.4 Anexos cutáneos .....	7
1.1.4.1 Pelo .....	8
1.1.4.2 Uñas .....	9
1.1.4.3 Glándulas sebáceas .....	9
1.1.4.4 Glándulas sudoríparas.....	10
1.2 Herida.....	11
1.2.1 Infección .....	11
1.2.2 Clasificación .....	13
1.2.2.1 Según orden y temporalidad .....	13
1.2.2.2 Según la trayectoria .....	13

1.2.2.3 Según la profundidad .....	14
1.2.2.4 Según la forma de la herida .....	14
1.2.2.5 Según el mecanismo por el cual se producen .....	14
1.3 Cicatrización .....	15
1.3.1 Fases del proceso de cicatrización .....	16
1.3.1.1 Fase Inflamatoria: Hemostasia y limpieza de la herida .....	16
1.3.1.2 Fase de Proliferación: Reconstrucción de los tejidos granulares.....	19
1.3.1.3 Fase de Diferenciación: Maduración, Cicatrización y Epitelización.....	21
1.3.2 Tipos de cicatrización .....	23
1.3.2.1 Cicatrización por primera intención o Primaria.....	23
1.3.2.2 Cicatrización por segunda intención o Secundaria .....	23
1.3.2.3 Cicatrización por tercera intención o Terciaria.....	23
1.4 Mastuerzo.....	24
1.4.1 Familia tropeolácea.....	24
1.4.2 Descripción botánica.....	25
1.4.3 Taxonomía .....	25
1.4.4 Datos agrotecnológicos.....	25
1.4.4.1 Hábitat y distribución.....	25
1.4.4.2 Propagación .....	26
1.4.4.3 Partes utilizadas .....	26
1.4.4 Aplicaciones.....	26
1.4.5 Composición química .....	27
1.5 Metabolitos secundarios que intervienen en la cicatrización.....	28
1.5.1 Taninos.....	28
1.5.1.2 Clasificación .....	28
1.5.1.3 Propiedades .....	29
1.5.2 Flavonoides .....	29
1.5.2.1 Propiedades .....	30

1.5.3 Glucosinolatos .....	30
1.5.3.1 Propiedades .....	32
1.6 Métodos de extracción .....	33
1.6.1 Extracción simultánea o discontinua .....	33
1.6.2 Extracción progresiva o continua .....	33
1.7 Medicamentos cicatrizantes .....	34
1.7.1 Acción de los cicatrizantes .....	34
1.7.2 Lamoderm .....	34
1.7.3 Eterol.....	36
1.9 Animales de experimentación.....	36
1.9.1 Ratones ( <i>Mus musculus</i> ) .....	37
1.9.1.1 Taxonomía .....	37
1.9.1.2 Descripción de la familia .....	38
1.9.1.3 Microambiente y Macroambiente .....	38
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2. PARTE EXPERIMENTAL .....</b>	<b>40</b>
2.1 Lugar de investigación.....	40
2.2 Materiales, equipos y reactivos.....	40
2.2.1 Materia prima.....	40
2.2.2 Reactivo biológico .....	41
2.2.2.1 Descripción .....	41
2.2.2.2 Condiciones ambientales .....	41
2.2.3 Equipos, materiales y reactivos para el análisis del vegetal .....	41
2.3. Métodos y técnicas.....	43
2.3.1 Limpieza de la materia vegetal .....	43
2.3.2 Extracto hidroalcohólico de Mastuerzo ( <i>Tropaeolum majus</i> ) .....	44
2.3.2.1 Preparación de la droga vegetal .....	44
2.3.2.2 Proceso de extracción .....	44

2.3.3 Control de calidad de la materia prima .....	44
2.3.3.1 Contenido de Humedad .....	44
2.3.3.2 Cenizas Totales .....	45
2.3.3.3 Cenizas Solubles en agua.....	45
2.3.3.4 Cenizas insolubles en ácido clorhídrico.....	45
2.3.4 Control de calidad del extracto hidroalcohólico .....	45
2.3.4.1 Parámetros de calidad del extracto hidroalcohólico .....	45
2.3.5 Screening fitoquímico de la droga cruda .....	46
2.3.6 Tamizaje fitoquímico .....	46
2.4 Análisis cromatográfico .....	47
2.4.1 Cromatografía en capa fina (TLC) .....	47
2.4.2 Procedimiento .....	47
2.4.3 Análisis cromatográfico para flavonoides .....	47
2.4.4 Cuantificación de compuestos fenólicos.....	48
2.4.5 Cuantificación de flavonoides totales (Método del AlCl <sub>3</sub> ).....	49
2.5 Evaluación de la actividad cicatrizante de extractos hidroalcohólicos de Mastuerzo ( <i>Tropaeolum majus</i> ) .....	49
2.5.1 Periodo de ambientación o acondicionamiento .....	49
2.5.2 Inducción a la herida.....	50
2.5.3 Tratamiento .....	50
2.5.4 Tipos de respuesta.....	51
2.6 Examen histopatológico.....	52
2.7 Análisis estadístico .....	52
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>53</b>
3.1 Control de la calidad de la droga cruda .....	53
3.2 Tamizaje fitoquímico.....	54
3.3 Control de calidad del extracto hidroalcohólico de Mastuerzo ( <i>Tropaeolum majus</i> ) .....	55

3.3.1 Determinación de requisitos organolépticos del extracto hidroalcohólico .....	55
3.3.2 Determinación de parámetros físicos del extracto hidroalcohólico.....	56
3.4. Cromatografía en capa fina (TLC) .....	57
3.4.1 Determinación de flavonoides .....	57
3.5 Cuantificación de flavonoides totales .....	57
3.6 Cuantificación de compuestos fenólicos.....	58
3.7 Evaluación del efecto cicatrizante del extracto hidroalcohólico de Mastuerzo ( <i>Tropaeolum majus</i> ) .....	58
3.6.1 Reducción del tiempo de cicatrización .....	60
3.6.2 Análisis estadístico .....	61
3.6.3 Examen histopatológico.....	63
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>Ac.</b>	Ácido
<b>cm</b>	Centímetros
<b>g</b>	Gramos
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>µg</b>	Microgramo
<b>mL</b>	Mililitro
<b>mm</b>	Milímetros
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno
<b>ppm</b>	Partes por millón
<b>Rf</b>	Factor de retención
<b>T</b>	Temperatura
<b>TLC</b>	Cromatografía en capa fina
<b>UV</b>	Ultravioleta
<b>%</b>	Porcentaje
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>µL</b>	Microlitros

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1	Métodos de extracción simultánea .....	33
TABLA No. 2	Métodos de extracción progresiva .....	34
TABLA No. 3	Definición de los grupos de experimentación .....	51

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Control de calidad de la droga cruda Mastuerzo ( <i>Tropaeolum majus</i> ). Laboratorio de Fitoquímica. Facultad de Ciencias. Febrero 2014 .....	53
CUADRO No. 2	Tamizaje fitoquímico de extractos de Mastuerzo ( <i>Tropaeolum majus</i> ). Laboratorio de Fitoquímica. Facultad de Ciencias. Epoch. Marzo 2014.....	54
CUADRO No. 3	Determinación organoléptica del extracto hidroalcohólico de Mastuerzo ( <i>Tropaeolum majus</i> ). Laboratorio de Fitoquímica. Facultad de Ciencias. Epoch. Abril 2014.....	55
CUADRO No. 4	Determinación de parámetros físicos del extracto hidroalcohólico de Mastuerzo ( <i>Tropaeolum majus</i> ). Laboratorio de Fitoquímica. Facultad de Ciencias. Epoch. Abril 2014 .....	56
CUADRO No. 5	Determinación de flavonoides en cromatografía de capa fina del extracto de Mastuerzo ( <i>Tropaeolum majus</i> ). Laboratorio de Fitoquímica. Facultad de Ciencias. Epoch. Abril 2014 .....	57
CUADRO No. 6	Concentración de flavonoides totales expresados en µg de Catequina/ g de muestra determinado en el extracto hidroalcohólico de Mastuerzo ( <i>Tropaeolum majus</i> ). Laboratorio de Química Instrumental. Facultad de Ciencias. Epoch. Abril 2014 .....	58
CUADRO No. 7	Concentración de compuestos fenólicos expresados en µg de Ac. gálico/ g de muestra determinado en el extracto hidroalcohólico de Mastuerzo ( <i>Tropaeolum majus</i> ). Laboratorio de Química Instrumental. Facultad de Ciencias. Epoch. Abril 2014 .....	58
CUADRO No. 8	Efecto cicatrizante de extractos hidroalcohólicos de mastuerzo evaluado mediante días de cicatrización y longitud de la herida. Bioterio. Facultad de Ciencias. Epoch. Mayo 2014 .....	59
CUADRO No. 9	Reducción en porcentaje del tiempo de cicatrización de cada grupo en relación a la ausencia de tratamiento .....	60
CUADRO No. 10	Examen histopatológico de piel de ratones ( <i>mus musculus</i> ) a los cuales se administro extracto hidroalcohólico de mastuerzo ( <i>tropaeolum majus</i> ) para la evaluación del efecto cicatrizante. bioterio de la facultad de ciencias. epoch. junio 2014.....	63
CUADRO No. 11	Curva de calibración para la cuantificación de compuestos fenólicos totales usando como patrón Acido gálico a diferentes concentraciones. Laboratorio de Química Instrumental. Facultad de Ciencias. Epoch. Abril 2014 .....	90
CUADRO No. 12	Curva de calibración de Catequina usado como patrón en la cuantificación de Flavonoides totales. Laboratorio de Química Instrumental. Facultad de Ciencias. Epoch. Abril 2014.....	90

CUADRO No. 13	ANOVA de los días de cicatrización .....	97
CUADRO No. 14	ANOVA de la longitud final de las cicatrices .....	97

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO No. 1	Reducción del tiempo de cicatrización de cada grupo en relación a la ausencia de tratamiento. Bioterio de la Facultad de Ciencias. Epoch. Mayo 2014. ....	60
GRÁFICO No. 2	ANOVA del efecto cicatrizante en los grupos tratados considerando los días de cicatrización. Bioterio de la Facultad de Ciencias. Epoch. Junio 2014 .....	61
GRÁFICO No. 3	Test de Tuckey del efecto cicatrizante en los grupos tratados considerando los días de cicatrización. Bioterio de la Facultad de Ciencias. Epoch. Junio 2014 .....	62
GRÁFICO No. 4	ANOVA del efecto cicatrizante en los grupos tratados considerando la longitud de la cicatriz. Bioterio de la Facultad de Ciencias. Epoch. Junio 2014 .....	62
GRÁFICO No. 5	Test de Tuckey del efecto cicatrizante en los grupos tratados considerando la longitud de la cicatriz. Bioterio de la Facultad de Ciencias. Epoch. Junio 2014 .....	63
GRÁFICO No. 6	Porcentaje de regeneración celular en ratones ( <i>Mus musculus</i> ) a los que se administró extracto hidrolacohólico de Mastuerzo ( <i>Tropaeolum majus</i> ). Bioterio de la Facultad de Ciencias. Epoch. Junio 2014.....	65
GRÁFICO No. 7	Cuantificación de Compuestos fenólicos totales. Curva de Absorvancia vs. Concentración de Ácido gálico en concentraciones de 500; 800; 1,100; 1,400; 1,700 y 2,000 ppm. Laboratorio de Química Instrumental. Facultad de Ciencias. Epoch. Abril 2014.....	90
GRÁFICO No. 8	Cuantificación de Flavonoides totales. Curva de Absorvancia vs. Concentración de Catequina a concentraciones de 20, 40, 60, 80 y 100 ppm. Laboratorio de Química Instrumental. Facultad de Ciencias. Epoch. Abril 2014.....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1	Estructura de la piel .....	1
FIGURA No. 2	Estructura del pelo.....	8
FIGURA No. 3	Estructura de la uña.....	9
FIGURA No. 4	Herida.....	11
FIGURA No. 5	Tipos de heridas.....	13
FIGURA No. 6	Proceso de cicatrización .....	15
FIGURA No. 7	Cascada de coagulación.....	17
FIGURA No. 8	<i>Tropaeolum majus</i> .....	24
FIGURA No. 9	Estructura de glucosinolatos .....	32
FIGURA No. 10	Mecanismo de acción de isotiocianatos .....	32
FIGURA No. 11	Lamoderm .....	34
FIGURA No. 12	Eterol.....	36
FIGURA No. 13	Microambiente y Macroambiente .....	38
FIGURA No. 14	Procedimiento para obtención de extractos .....	46

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No. 1	Ensayos de identificación de metabolitos secundarios: Baljet, Lieberman-Buchard, Dragendorff .....	80
FOTOGRAFÍA No. 2	Ensayos de identificación de metabolitos secundarios: Wagner, Mayer, Sudan III .....	80
FOTOGRAFÍA No. 3	Ensayos de identificación de metabolitos secundarios: Fehling, Baljet, Catequinas .....	81
FOTOGRAFÍA No. 4	Ensayos de identificación de metabolitos secundarios: Resinas, Saponina, FeCl <sub>3</sub> .....	81
FOTOGRAFÍA No. 5	Ensayos de identificación de metabolitos secundarios: Borntrager, Lieberman-Buchard, Mayer .....	82
FOTOGRAFÍA No. 6	Ensayos de identificación de metabolitos secundarios: Dragendorff, Wagner, Shinoda .....	82
FOTOGRAFÍA No. 7	Ensayos de identificación de metabolitos secundarios: Fehling, Saponina, Dragendorff .....	83
FOTOGRAFÍA No. 8	Ensayos de identificación de metabolitos secundario: Mayer, Wagner, FeCl <sub>3</sub> .....	83
FOTOGRAFÍA No. 9	Ensayos de identificación de metabolitos secundario: Antocianidinas, Shinoda .....	84
FOTOGRAFÍA No. 10	Extracto hidroalcohólico de Mastuerzo ( <i>Tropaeolum majus</i> ).....	84
FOTOGRAFÍA No. 11	Determinación de parámetros físicos del extracto hidroalcohólico: Índice de refracción, pH.....	85
FOTOGRAFÍA No. 12	Determinación de parámetros físicos del extracto hidroalcohólico: Densidad, Sólidos totales .....	85
FOTOGRAFÍA No. 13	Preparación de las placas .....	86
FOTOGRAFÍA No. 14	Reactivos y materiales utilizados en la cuantificación de Compuestos fenólicos .....	86
FOTOGRAFÍA No. 15	Espectrofotómetro utilizado para la cuantificación .....	87
FOTOGRAFÍA No. 16	Cuantificación de Compuestos fenólicos .....	87
FOTOGRAFÍA No. 17	Reactivos y materiales utilizados en la cuantificación de Flavonoides totales .....	88
FOTOGRAFÍA No. 18	Cuantificación de Flavonoides totales .....	88
FOTOGRAFÍA No. 19	Diluciones del extracto hidroalcohólico al 20%, 40% y 80% .....	89
FOTOGRAFÍA No. 20	Extractos 20, 40 y 80% utilizados para la evaluación del efecto cicatrizante .....	89
FOTOGRAFÍA No. 21	Acondicionamiento de los reactivos biológicos .....	91
FOTOGRAFÍA No. 22	Extractos para la evaluación del efecto. Ratones depilados previa inducción de heridas .....	92

FOTOGRAFÍA No. 23	Inducción de heridas y aplicación de tratamientos: Extracto 20% .....	92
FOTOGRAFÍA No. 24	Aplicación de tratamientos: Extracto 40% y 80% .....	92
FOTOGRAFÍA No. 25	Aplicación de tratamientos. Control positivo. Animales tratados con Lamoderm .....	93
FOTOGRAFÍA No. 26	Aplicación de tratamientos. Control positivo. Animales tratados con Eterol.....	93
FOTOGRAFÍA No. 27	Cierre de heridas con aplicación de tratamientos.....	93
FOTOGRAFÍA No. 28	Cicatrización de las heridas con aplicación de tratamientos.....	94
FOTOGRAFÍA No. 29	Disminución de la longitud de las cicatrices.....	94
FOTOGRAFÍA No. 30	Muestras de piel conservadas en formol al 10% .....	94
FOTOGRAFÍA No. 31	Pieles observadas al microscopio con Extracto 20% y 40% .....	95
FOTOGRAFÍA No. 32	Pieles observadas al microscopio con Extracto 80% y Eterol.....	95
FOTOGRAFÍA No. 33	Pieles observadas al microscopio con Alcohol 40% y Lamoderm.....	96
FOTOGRAFÍA No. 34	Piel sin tratamiento observada al microscopio .....	96

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1	Tamizaje fitoquímico de Extracto Etéreo .....	80
ANEXO No. 2	Tamizaje fitoquímico de Extracto Alcohólico.....	81
ANEXO No. 3	Tamizaje fitoquímico de Extracto Acuoso.....	83
ANEXO No. 4	Determinación de parámetros físicos del extracto hidroalcohólico .....	84
ANEXO No. 5	Cromatografía en capa fina .....	86
ANEXO No. 6	Cuantificación de Compuestos fenólicos y Flavonoides totales ....	86
ANEXO No. 7	Obtención de extractos a diferentes concentraciones .....	89
ANEXO No. 8	Curva de calibración de Ácido gálico usado como patrón en la cuantificación de Compuestos fenólicos .....	90
ANEXO No. 9	Curva de calibración de Catequina usado como patrón en la cuantificación de Flavonoides totales.....	90
ANEXO No. 10	Evaluación del efecto cicatrizante de Mastuerzo ( <i>Tropaeolum majus</i> ).....	91
ANEXO No. 11	Exámen histopatológico de pieles de los animales d experimentación.....	94
ANEXO No. 12	Análisis estadístico de los datos obtenidos del efecto cicatrizante	97

## INTRODUCCIÓN

Tanto en nuestro país como en otros países andinos se utiliza la medicina tradicional, que se basa en siglos de conocimientos recopilados por las culturas ancestrales y que aportan a los conocimientos científicos de la medicina convencional. Si bien la medicina tradicional pertenece a nuestras raíces, su práctica ha continuado a lo largo de los años y se ha mantenido viva mayoritariamente por los pueblos de más bajos recursos, quienes encuentran en esta medicina una alternativa. Sin embargo, a pesar de ser nuestro país rico por su diversidad cultural, con el tiempo se ha ido perdiendo su práctica. (CERÓN, C. 2006; SÁNCHEZ, P. 2003; QUESADA, A. 2008)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reconocido la importancia de las medicinas tradicionales en el control de la salud desde 1975. Ya que se estima que un 80% de la población mundial depende de las plantas para su atención primaria de la salud, por ser la medicina natural la única disponible. Actualmente, se desea rescatar la medicina tradicional y en base a ésta, buscar nuevas opciones terapéuticas con el fin de obtener resultados eficaces, ya que existe una creciente insatisfacción hacia la medicina convencional, ya sea por la falta de efectividad, por los efectos colaterales que provocan el uso de ciertos medicamentos o por su elevado costo. Debido a la importancia de las plantas medicinales en la salud se considera su estudio, análisis y utilización con el fin de que los beneficios de éstas se encuentren al alcance de la población. (CASTRO, D. 2013)

Utilizándose una gran cantidad de plantas nativas con un sin número de beneficios, estas plantas han servido como tratamientos alternativos en problemas relacionados a la salud, entre ellos infecciones, golpes, fiebre, cicatrización de heridas.

La importancia de esta investigación se basó en la necesidad de dar alternativas para el tratamiento de heridas causadas por diversos motivos, ya sea por un golpe, un corte, quemaduras o por una operación y que suelen ser complicadas de sanar en algunas

personas dejando cicatrices inestéticas. En muchas ocasiones el dar una solución adecuada para la cicatrización de heridas se ve limitado ya sea por razones económicas o por falta de accesibilidad a medicamentos. (CASTRO, D. 2013; GUALAVISÍ, L. 2008)

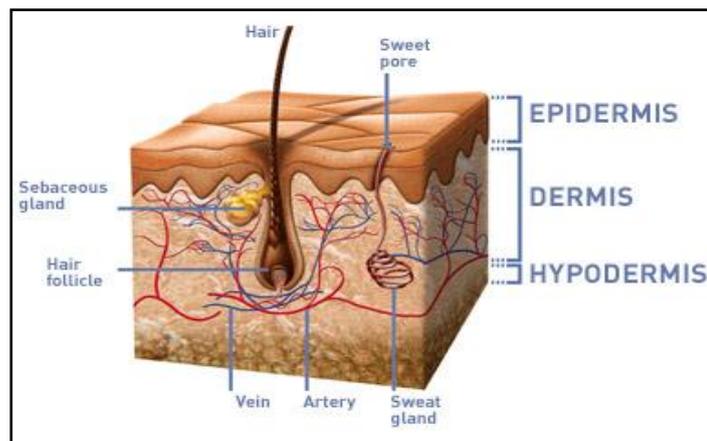
Se ha considerado esta investigación sobre la planta *Tropaeolum majus* que es una planta originaria de Sudamérica y nativa de nuestro país, muy utilizada por las comunidades al poseer diversas propiedades, entre ellas desinfectante, antimicótico, antibiótico, antiinflamatorio, en resfriados, en desinfección y cicatrización de heridas, pero de la cual no se han realizado análisis para determinar el porqué de estas actividades. (ISMAEL, M. 2008; PERÚ ECOLÓGICO. 2000)

Se ha realizado la evaluación in vivo de la actividad cicatrizante de extractos de Mastuerzo (*Tropaeolum majus*) a diferentes concentraciones, con el fin de encontrar una mayor eficacia, mediante el método de heridas inducidas en ratones (*Mus musculus*). Se llevó a cabo el control de calidad tanto de la planta como de los extractos, análisis cualitativo de flavonoides mediante Cromatografía de Capa Fina (TLC), cuantificación de componentes activos: compuestos fenólicos y flavonoides, mediante Espectrofotometría UV; con el fin de contribuir a su validación científica para su uso.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 LA PIEL



FUENTE: <http://www.bioderma.com/es/a-la-escucha-de-tu-piel/la-piel-es-un-organo.html>

**FIGURA No. 1 ESTRUCTURA DE LA PIEL.**

Es un órgano de vital importancia, es una membrana impermeable, flexible y a la vez dura que recubre el cuerpo humano y se integra con membranas protectoras más delicadas en las cavidades nasal, palpebral, bucal, anal y urogenital. Es el órgano mayor de todo el cuerpo humano y no solo provee una cobertura superficial, sino que es también un órgano sensorial que tiene múltiples terminaciones nerviosas que le otorgan sensibilidad al tacto, a los cambios de temperatura, a la presión y a los estímulos dolorosos, por lo que la piel es la fuente principal de información. Tiene un espesor promedio de 0,5 a 2 mm, una superficie aproximada de  $2\text{m}^2$ , y su peso representa el 30% del peso total de un adulto, es decir, es el órgano más pesado 3 a 4 kg.

Se pueden distinguir varias funciones con los que asegura el mantenimiento de la integridad y de la homeostasis del organismo:

- **Barrera:** Mantiene el medio interno, oponiéndose a las pérdidas hidroprotéicas. Previene la pérdida de líquidos corporales mediante su función impermeable; para esto las secreciones grasas de las glándulas sebáceas ayudan a mantener la impermeabilidad y a producir vitamina D, sin embargo no impide la función absorbente de la piel cuando ciertas sustancias se aplican sobre ella, así como tampoco impide la excreción de cristales mediante la sudoración.
- **Protección:** Contra agresiones físicas, químicas y microbiológicas. Además brinda protección contra los rayos ultravioleta por medio de dos barreras: la melanina y la queratina que impiden que los rayos UV ejerzan su acción dañina sobre el ADN nuclear. (UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE, 2009)
- **Termorregulación:** La reducción de la temperatura corporal es posible a la presencia de glándulas sudoríparas y a la variabilidad del riego sanguíneo de la piel. Y junto con los pulmones, la piel es la causante de más del 90% de la pérdida total de calor corporal. Además de la capacidad dilatadora de los vasos sanguíneos, que favorece la pérdida de calor junto con la evaporación del sudor, los vasos también se contraen para conservar el calor corporal en ambientes fríos.
- **Vigilancia inmunológica:** llevada a cabo por medio de las células de Langerhans
- **Percepción múltiple:** Por la captación de información por medio de millares de terminaciones nerviosas distribuidas sobre su superficie. (DICCIONARIO DE MEDICINA OCÉANO. 2004; ROZMAN, C., FARRERAS, P. 1996)

### 1.1.1 EMBRIOLOGÍA

La piel y todos sus constituyentes derivan del ectodermo o del mesodermo.

Los melanocitos, nervios y receptores sensoriales especializados se originan en el neuroectodermo. Las estructuras epiteliales como son epidermis, unidad pilosebácea-apócrina, glándulas sudoríparas écrinas y uñas derivan del ectodermo. Los otros elementos de la piel: células de Langerhans, vasos sanguíneos y linfáticos, fibroblastos y lipocitos derivan del mesodermo.

## 1.1.2 ESTRUCTURA DE LA PIEL

Histológicamente la piel está constituida por tres capas que desde la superficie son: Epidermis que es el epitelio de cobertura, Dermis: vascularizada y rica en estructuras nerviosas y anexos cutáneos (aparato pilosebáceo, uñas, glándulas sudoríparas écrinas y apócrinas) e Hipodermis o tejido celular subcutáneo.

En la superficie presenta surcos y crestas que en los pulpejos de los dedos adquieren un patrón individual usado para la identificación de las personas (dermatoglifos).

La coloración de la piel varía según las distintas razas y se debe a un pigmento que es la melanina. También se debe a modificaciones en la circulación y a la presencia de hemoglobina en distintos grados de oxigenación. (ROBBINS, S., COTRAN, R. 2008; LA PIEL.COM, 2004)

### 1.1.2.1 Epidermis

La epidermis es el epitelio de cobertura y es el único tejido en contacto directo con el medio ambiente. Es pavimentoso estratificado queratinizado, en constante regeneración. La epidermis es avascular pero la penetran terminaciones nerviosas. Las células más profundas están vivas y proliferan con rapidez y pasan gradualmente a la superficie. Al hacer esto se queratinizan y se desprenden cuando roza la piel con superficies. (ISMAEL, M. 2008; UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE, 2009)

Sus funciones son: protección y defensa, por su estructura estratificada y la continua formación de queratina, y también por los mecanismos inmunes que se generan; interviene además en la síntesis de vitamina D.

La epidermis constituida por cuatro tipos de células que viven en simbiosis: los queratinocitos(90%), los melanocitos(5%), las células de Langerhans(3-5%) y las células de Merkel(< 0,1%). Se distinguen varias estratos o capas: (ISMAEL, M. 2008)

- a) **Estrato germinativo:** También llamado estrato basal, es el más profundo. Con forma ondulada está formado por una sola capa de células epiteliales cilíndricas

que se encuentran adyacentes a la dermis. Es aquí donde nacen las células que luego se desplazarán hacia los estratos superiores. Esta capa presenta una intensa actividad mitótica y los melanocitos aparecen intercalados. (ISMAEL, M. 2008; DICCIONARIO DE MEDICINA OCÉANO. 2004)

- b) **Estrato espinoso:** Llamado también Malpighi, está caracterizado por estar compuesta de varias capas de células que van tomando forma de cubo y según van ascendiendo se van aplanando; están unidas entre sí por desmosomas (puentes intercelulares) que le otorgan un aspecto espinoso y el espacio intercelular está formado por una sustancia llamada glucocálix. A los estratos Basal y Espinoso se los denomina zona germinal debido a su papel productor de células. (ISMAEL, M. 2008; UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE, 2009)
- c) **Estrato granuloso:** En este estrato mueren las células originadas en el estrato basal. Se encuentra formada por células romboides a aplanadas, de 2-3 hileras, que contienen en su citoplasma gránulos basófilos de queratohialina. En este estrato inicia el proceso de queratinización y empiezan a morirse las células, rompiéndose la membrana y vertiendo su contenido al exterior. (ISMAEL, M. 2008; DICCIONARIO DE MEDICINA OCÉANO. 2004)
- d) **Estrato lúcido:** Llamada también capa brillante. Es una capa relativamente transparente formada por una sola capa de células anucleadas, homogéneas y transparentes, que contienen una sustancia oleosa llamada helidina. Sólo se localiza en la piel gruesa de las palmas de las manos y plantas de los pies, por debajo de la capa córnea. (DICCIONARIO DE MEDICINA OCÉANO. 2004)
- e) **Estrato córneo:** La capa córnea es la más superficial y protectora por excelencia, formada por células endurecidas llamadas córneas, constituidas por células muertas sin núcleo, aplanadas y queratinizadas, íntimamente unidas entre sí, dispuestas en capas apiladas. Ofrece a la vez rigidez y cierta flexibilidad para no fisurarse con los movimientos; es un estrato muy pobre en agua, impermeable a los fluidos internos y externos y se opone a la penetración de moléculas exógenas. En este estrato las células se desechan y es el estrato responsable del espesor de la piel. (ISMAEL, M. 2008; UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE, 2009; DICCIONARIO DE MEDICINA OCÉANO. 2004)

### 1.1.2.2 Dermis

También llamada corion es la capa más gruesa de la piel, íntimamente unida a la epidermis. Se compone de una red de fibras elásticas y de colágeno que lo otorgan a la piel su resistencia a la deformabilidad elástica y a la tracción. Es altamente vascularizada por lo que nutre a la epidermis que es avascular. Sus funciones son: diferenciación sobre la epidermis e inducir el crecimiento. Suministra a la piel resistencia, flexibilidad y elasticidad. (PARAGON CET, 2012)

La dermis se divide en dos zonas bien diferenciadas:

- **Dermis adventicial (papilar y perianexial):** Capa más superficial y de textura fina, está íntimamente unida a la epidermis, se encarga de los intercambios nutritivos y metabólicos con la epidermis.
- **Dermis reticular (profunda):** Capa más profunda y áspera, formada por grupos de fibras de colágeno, cuya función es dar dureza y resistencia a la dermis. (ISMAEL, M. 2008)

La dermis es un tejido conectivo diferenciado que se forma por fibras, células y sustancia fundamental amorfa.

#### a) Fibras

- **Fibras de colágeno:** Constituyen el 75% del total de fibras de la dermis por lo que representan el elemento más importante aportando su firmeza mecánica. Estas fibras están compuestas por colágeno formado en los fibroblastos, el colágeno se forma y metaboliza continuamente y es rico en hidroxiprolina. Se divide en 2 fracciones; la soluble y la insoluble. El colágeno en el envejecimiento se vuelve más insoluble por lo que pierde su flexibilidad (ISMAEL, M. 2008; DICCIONARIO DE MEDICINA OCÉANO. 2004)
- **Fibras elásticas:** Constituyen el 4% de la dermis, son finas, muy ramificadas y onduladas en estado de relajación. Estas fibras se componen de proteínas

microfibrilares con una matriz de elastina y forman en la dermis una red que otorga a la piel su elasticidad. (ISMAEL, M. 2008)

#### b) Células

- **Fibroblastos:** Célula característica y principal de los tejidos conectivos, cuya función es sintetizar las fibras y la sustancia fundamental.
- **Miofibroblastos:** Realizan la contracción y retracción del tejido de cicatrización
- **Mastocitos:** Cumplen con funciones en el sistema defensivo. Son células móviles que al ser estimuladas liberan mediadores de la inflamación como heparina, histamina y serotonina. (ISMAEL, M. 2008)
- **Histiocitos/ Macrófagos:** Son los responsables la presentación de antígeno en las reacciones inmunes y de la fagocitosis.
- **Células de Langerhans:** Tienen la función de captar, procesar y presentar los antígenos que llegan a la epidermis, y a los linfocitos T inmunocompetentes (CD4).
- **Linfocitos:** Se encargan de la inmunovigilancia. (ISMAEL, M. 2008)

#### c) Sustancia fundamental amorfa (Matriz)

La sustancia fundamental amorfa está compuesta de agua, proteínas plasmáticas, electrolitos y mucopolisacáridos. Es transparente y prácticamente homogénea. Consta esencialmente de 2 glicosaminoglicanos: dermatan sulfato y ácido hialurónico.

Su función es llenar los espacios entre los componentes fibrosos y celulares de la dermis, y al ser viscosa actúa como una barrera contra la penetración de partículas extrañas hacia el tejido. Tiene la capacidad de almacenar una gran cantidad de agua desempeñando un papel trascendental en el balance homeostático de agua y electrolitos. Además de actuar como humectante y lubricante, entre las redes de fibras elásticas y colágenas durante los movimientos de la piel. (ISMAEL, M. 2008)

### 1.1.2.3 Hipodermis

Es la capa más espesa de la piel, constituida por adipocitos que son necesarios para el buen funcionamiento de cada célula cutánea. El conjunto de los adipocitos forma un tejido de sostén deformable y flexible que actuará como amortiguador frente a los choques. Los adipocitos desempeñan también una función aislante y, por tanto, participan en la termorregulación de la piel y en caso de ayuno actúa como reservorio de energía. A este nivel se originan los folículos pilosos y glándulas sudoríparas. (ISMAEL, M. 2008)

### 1.1.3 INERVACIÓN DE LA PIEL

La piel por su gran inervación tiene la función de ser un órgano sensorial ya que es la estación terminal del sistema nervioso periférico. Para poder captar estímulos externos los receptores sensoriales de la piel se clasifican en libres y encapsulados. (ISMAEL, M. 2008)

- **Receptores libres:** Células receptoras nerviosas que carecen de especialización, recogen sensaciones básicas: de temperatura como calor o frío, de prurito y dolor.
- **Receptores encapsulados:** Células especializadas cuya función es de recepción. Incluyen los corpúsculos de Meissner que recogen sensaciones del tacto, los corpúsculos de Pacini que recogen sensaciones de presión igual que los corpúsculos de Ruffini que son más numerosos en las plantas, los corpúsculos de Krause que se sitúan en la dermis papilar o submucosa conjuntival, encías, lengua, región perianal y genital. (ISMAEL, M. 2008)

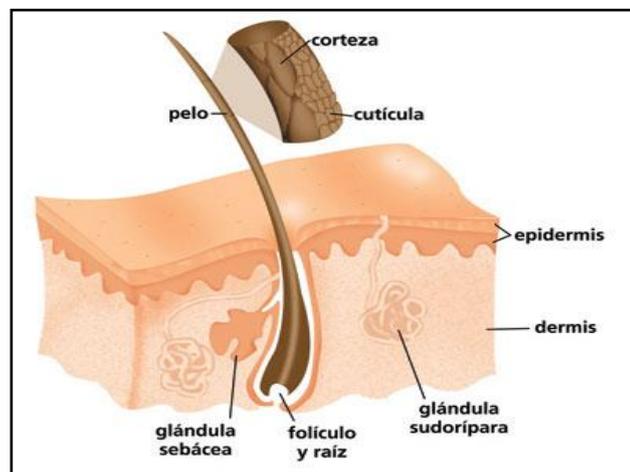
### 1.1.4 ANEXOS CUTÁNEOS

Estructuras especializadas de la piel que derivan de la epidermis, sufren una invaginación dentro de la dermis sin perder contacto con la epidermis y se especializan. (ISMAEL, M. 2008)

### 1.1.4.1 Pelo

El pelo es una estructura queratinizada que emerge oblicua o perpendicularmente al plano epidérmico. Constituido por células epidérmicas que contienen queratina, aplanadas y fuertemente empaquetadas, y forman una estructura cilíndrica filamentosa de sección circular o elíptica que brota al exterior o infundíbulo piloso.

Cada pelo consta de raíz y tallo. La raíz se forma por bulbo piloso, dentro del cual está la papila dérmica, con los vasos y los nervios. La matriz del pelo se forma por las células adyacentes a la papila. La glándula sebácea anexada al folículo secreta el sebo, proporcionando flexibilidad y suavidad al pelo. (ISMAEL, M. 2008; DICCIONARIO DE MEDICINA OCÉANO. 2004)



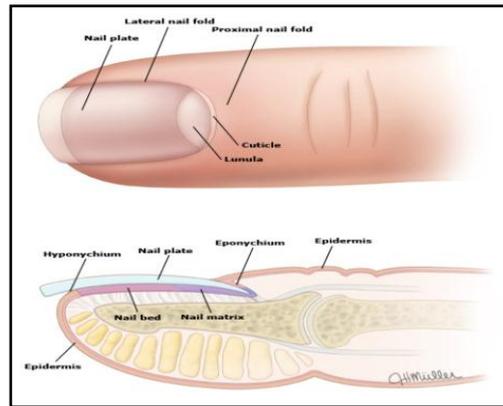
FUENTE: <http://apuntesdesalud.com/2011/04/15/como-tener-un-pelo-sano-y-bonito/>

**FIGURA No. 2 ESTRUCTURA DEL PELO**

El tallo se encuentra formado morfológicamente por tres capas:

- **Cutícula:** que es la capa escamosa, es el manto protector del pelo contra la penetración de sustancias extrañas y la desecación.
- **Corteza:** Capa fibrosa con estructura fibrilar y consta de fibrillas, microfibrillas y protofibrillas, éstas unen mediante una masa compacta y amorfa que las cohesionan.
- **Médula:** Es el conducto medular que forma el cordón celular interno del pelo.

### 1.1.4.2 Uñas



FUENTE: [http://interna19.rssing.com/chan-14773076/all\\_p1.html](http://interna19.rssing.com/chan-14773076/all_p1.html)  
**FIGURA No. 3 ESTRUCTURA DE LA UÑA**

Son estructuras anexas de la piel localizadas en las regiones distales de los miembros. Las uñas están formadas por queratina, aminoácidos como la cistina y la arginina; nitrógeno y azufre, que son los componentes principales que van a aportar dureza a la uña, además tiene agua en pero en baja cantidad. (ISMAEL, M. 2008)

Las uñas son una modificación de las dos capas más superficiales de la epidermis, su transparencia permite ver a través de estas el tono rosado del lecho ungueal subyacente vascularizado. Las uñas se encuentran rodeadas de un pliegue de piel, la ceja ungueal, el cual está adherido al lecho ungueal subyacente por medio de fibras que se insertan en el periostio de la falange distal, es esta inserción la que permite utilizar las uñas para abrir objetos. El extremo distal se encuentra libre mientras que la parte proximal que se encuentra oculta constituye la raíz de la uña. (UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE, 2009; MEDICINA INTERNA, 2013)

### 1.1.4.3 Glándulas sebáceas

Son las glándulas productoras de sebo, que recubre la piel y la protege, evitando, la deshidratación de la misma, entre muchas otras cosas. Son glándulas de morfología acinar, miden de 0,2 a 2 milímetros, no se presentan distribuidas de forma homogénea, existen zonas como la torácica donde son más abundantes por el contrario están ausentes en las palmas de las manos y en la planta de los pies. (ISMAEL, M. 2008; DICCIONARIO DE MEDICINA OCÉANO. 2004)

Es la encargada de fabricar la grasa que recubre la piel y en conjunto con parte de los componentes de la secreción sudoral y componentes de las células muertas de la epidermis, formarán el manto hidrolipídico que es un compuesto emulsionado, con una parte acuosa y otra grasa. La función principal del manto hidrolipídico es formar sobre la piel una barrera que impida la excesiva evaporación de agua, protege a la piel de la deshidratación superficial causada por agentes externos como el sol, lubrica la piel, regula la absorción percutánea de sustancias, actúa como fungistático y bacteriostático, y se supone que lleva disueltas feromonas. El control de la secreción sebácea está dado por las hormonas sexuales. Los andrógenos son las estimuladoras más potentes, aumentando el tamaño de la glándula así como también su capacidad de secreción. (ISMAEL, M, 2008)

#### **1.1.4.4 Glándulas sudoríparas**

Se pueden distinguir dos tipos de glándulas sudoríparas en el cuerpo humano: Glándulas sudoríparas écrinas y glándulas sudoríparas apócrinas las cuales se van a distinguir por su morfología y por su morfología. (ISMAEL, M, 2008)

##### **a) Glándulas sudoríparas écrinas**

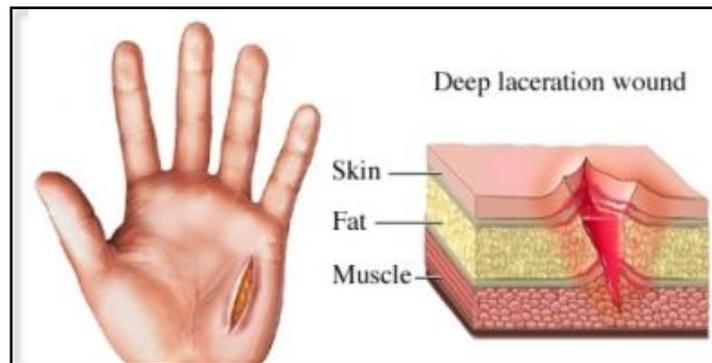
El sudor es un líquido transparente y salado con un pH que oscila entre 4 y 6, cuyo componente principal con un 99% es el agua, donde se encuentran disueltas sales minerales así como sustancias orgánicas, aminoácidos, ácido pirúvico y ácido láctico. También se encuentran presentes sustancias de excreción que el cuerpo elimina como son metales, derivados de medicamentos o compuestos orgánicos tóxicos.

El sudor presenta dos funciones primordiales que son la termorreguladora y la excretora. Entre otras cosas ayuda a la hidratación de la capa córnea de la piel; uno de sus componentes actúa como filtro UV al absorber los UVB, actúa como antiséptico y antifúngico debido a su pH. (ISMAEL, M. 2008)

## b) Glándulas sudoríparas apócrinas

La secreción del sudor apócrino está controlada por las hormonas sexuales y principalmente por el sistema nervioso autónomo; produciendo un sudor poco oloroso, ligeramente alcalino, que es de fácil degradación por las bacterias, dando lugar a un olor muy característico. Este es el sistema de secreción de feromonas, cuya principal función es la atracción sexual y marcación de territorios. (ISMAEL, M. 2008)

## 1.2 HERIDA



FUENTE: <http://www.guardavidas.org/traumatismos-en-tejidos-blandos-con-heridas-cerradas-y-heridas-abiertas/>

**FIGURA No. 4 HERIDA**

Es una interrupción, lesión o traumatismo mecánico abierto, producido por un agente externo, físico o químico que actúa de manera brusca superando la resistencia de los tejidos sobre los que incide, produciendo la rotura o discontinuidad en el epitelio de revestimiento de la piel o mucosa. (RODRIGUEZ, F., BECERRA, J. 2013; SALEM, C., 2000)

### 1.2.1 INFECCIÓN

La piel es un órgano muy sensible que entre sus funciones cumple con la protección contra la entrada de microorganismos, presenta mecanismos de limpieza como un pH bajo que inhibe la proliferación de microorganismos patógenos, la descamación, una flora avirulenta que conserva un equilibrio ecológico y su composición depende del lugar donde se encuentre, y es mayoritariamente bacteriana. Está constituida de bacterias Gram (+) como *Streptococo viridans*, *Corynebacteria* y bacilos Gram (-)

tipo enterobacterias. Se pueden presentar de forma transitoria o temporal patógenos como *Stafilococcus pyogenes*, *Stafilococcus aureus*. Cuando la piel presenta una herida, se encuentra frente a la posibilidad de una infección. (CHILE, MINISTERIO DE SALUD.2000)

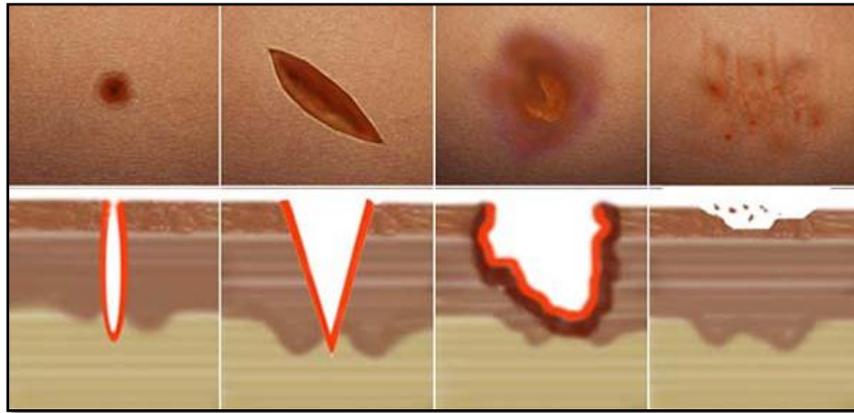
La infección es una respuesta inflamatoria producida por gérmenes patógenos, llevando a la proliferación de microorganismos que producen sustancias tóxicas. La herida infectada va a presentar eritema alrededor de la herida, exudado de mal olor, endurecimiento del tejido, edema, fiebre, calor local, dolor y aumento de los glóbulos blancos.(SALEM, C., 2000)

Se producirá la colonización de microorganismos que anteceden a la infección, si se pierde la continuidad de la piel provocando la ruptura en la integridad de ésta. La infección se llega a dar dependiendo del tipo y número, virulencia del patógeno y además del nivel de defensa que el paciente presente frente a la agresión. (SALEM, C., 2000)

Las condiciones que favorecen a la colonización de patógenos se encuentran en heridas laceradas rodeadas de cavidades llenas de fluidos, materia extraña como polvo o materia fecal, áreas necróticas del tejido, circulación deficiente en la zona de la herida, una defensa inmunológica deficiente. (SALEM, C., 2000; JIMENEZ, C. 2008)

La proliferación de los microorganismos patógenos causa daño en el organismo simplemente por ser invasivos y provocar destrucción de células huésped; además por liberar toxinas que degeneran el tejido local y también de células distantes a la herida, ya que estas toxinas pueden ser transportadas a otros lugares por la sangre y el fluido linfático. (SALEM, C., 2000)

## 1.2.2 CLASIFICACIÓN



FUENTE: <http://descargaycompart.blogspot.com/2013/06/documentos-pdf.html>

**FIGURA No. 5 TIPOS DE HERIDAS**

Se pueden distinguir varios tipos de heridas dependiendo del punto de vista que se atiende y de acuerdo a la secuencia de los eventos biológicos que ocurren en la reparación de la herida y al tiempo en que se demora el proceso.

### 1.2.2.1 Según orden y temporalidad

- **Heridas agudas:** Heridas que llevan un tiempo de evolución menor a treinta días y siguen un proceso de reparación ordenado, hasta restaurar la integridad anatómica y funcional del tejido lesionado.
- **Heridas crónicas:** Heridas que no siguen un proceso de reparación normal sin poderse reestablecer la integridad anatómica y funcional del tejido lesionado, ya que se detienen en alguna fase de cicatrización. (GARCÍA, A.; PACHECO, D. 1998)

### 1.2.2.2 Según la trayectoria

La relación que existe entre la dirección o trayecto de la herida y el eje principal de la zona del cuerpo en el que se encuentra la herida, se distinguen:

- **Heridas longitudinales:** cuando la herida sigue un trayecto paralelo al eje principal.
- **Heridas transversales:** cuando la herida no tiene un trayecto paralelo.

- **Heridas oblicuas:** aquellas heridas que tienen un trayecto intermedio.
- **Heridas espiroideas:** heridas cuyo trayecto se extiende alrededor de la zona del cuerpo al que afecta. (LA PIEL.COM, 2004)

### 1.2.2.3 Según la profundidad

- **Arañazo:** cuando la herida afecta únicamente a la epidermis
- **Desolladura:** cuando la herida conlleva la pérdida de tejido epitelial.
- **Heridas superficiales:** cuando la herida compromete a los tejidos sub-epidérmicos.
- **Heridas profundas:** cuando las heridas se extienden más allá del tejido subcutáneo. Se pueden diferenciar las heridas penetrantes aquellas que alcanzan una cavidad natural del organismo, y heridas perforantes a aquellas que penetran al interior de una víscera hueca
- **Heridas por empalamiento:** heridas producidas penetración de un agente externo a través de alguno de los orificios naturales del organismo. (LA PIEL.COM, 2004; ROBBINS, S., COTRAN, R. 2008)

### 1.2.2.4 Según la forma de la herida:

Se puede hablar de heridas lineales, curvas, arqueadas, estrelladas, puntiformes, y para aquellas heridas que no se ajustan a ninguna de estas formas se da el nombre de heridas irregulares.

- **Heridas con colgajo:** Aquellas con un amplio despegamiento de la piel maneniendo su vascularización a expensas de un puente.
- **Heridas con pérdida de sustancia:** cuando existe una pérdida considerable de tejidos en el lecho de la herida. (LA PIEL.COM, 2004)

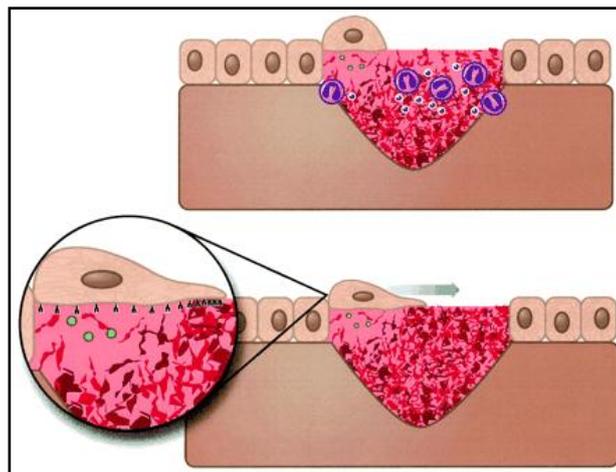
### 1.2.2.5 Según el mecanismo por el cual se producen

- **Heridas punzantes:** cuando la herida se produce por causa de un cuerpo puntiagudo. En estas heridas predomina la profundidad sobre la extensión, sus

bordes presentan un grado variable de daño debido a la compresión que el agente traumático ocasiona durante su penetración, pudiéndose observar derrames sanguíneos.

- **Heridas incisivas:** heridas en las que predomina la extensión sobre la profundidad. Los agentes con bordes muy afilados provocan la herida mediante un corte o diéresis pura, o mediante una compresión que provoque la rotura de la piel o mucosa.
- **Heridas contusas:** cuando el agente que produce la herida es romo, produciendo un grado importante de contusión en los tejidos que integran los bordes de la herida. La reparación de la herida va a implicar mayores dificultades. (LA PIEL.COM, 2004; ROBBINS, S., COTRAN, R. 2008)

### 1.3 CICATRIZACIÓN



FUENTE: <http://enfermeroquirofano.blogspot.com/2010/04/cicatrizacion-de-las-heridas.html>  
**FIGURA No. 6 PROCESO DE CICATRIZACIÓN**

La cicatrización se considera como un proceso dinámico que se lleva a cabo por células encargadas de la proliferación celular para el restablecimiento del tejido lesionado y proteínas solubles (factores de crecimiento y citocinas).

Existen dos tipos de cicatrización a considerar, de primera intención, que ocurre durante las primeras 12 a 24 horas después de haber sido cerrada la herida, al aproximar sus bordes ya sea con suturas, algún dispositivo mecánico o cintas. El segundo tipo de cicatrización llamado, de segunda intención, es el cual se caracteriza porque no se alcanza a regenerar la arquitectura normal de la piel, a causa de la pérdida

extensiva de tejido debido a un trauma severo o una quemadura, y cuyo tiempo de resolución dependerá de la extensión de la herida. (PALASTANGA, N., 2000; VALENCIA, C. 2010)

### 1.3.1 FASES DEL PROCESO DE CICATRIZACIÓN

Las fases se diferencian por las modificaciones morfológicas que se producen durante el proceso de reparación, sin que refleje la complejidad de los procedimientos. La cicatrización se divide en fases. (HARTMANN, 1999; PALASTANGA, N., 2000; CARDOSO, F. 2014)

#### **1.3.1.1 Fase inflamatoria: hemostasia y limpieza de la herida.**

Tiene un proceso de duración de 1 a 4 días, dependiendo de las condiciones fisiológicas. La fase inflamatoria-exudativa llamada así porque se prepara el terreno para una cicatrización ideal, inicia en el momento en que se produce la herida. Las primeras reacciones vasculares y celulares consisten en la coagulación y la hemostasia y concluyen después de haber transcurrido aproximadamente 10 minutos. (TABOADA, A. 2013; FALLER, A. 2006)

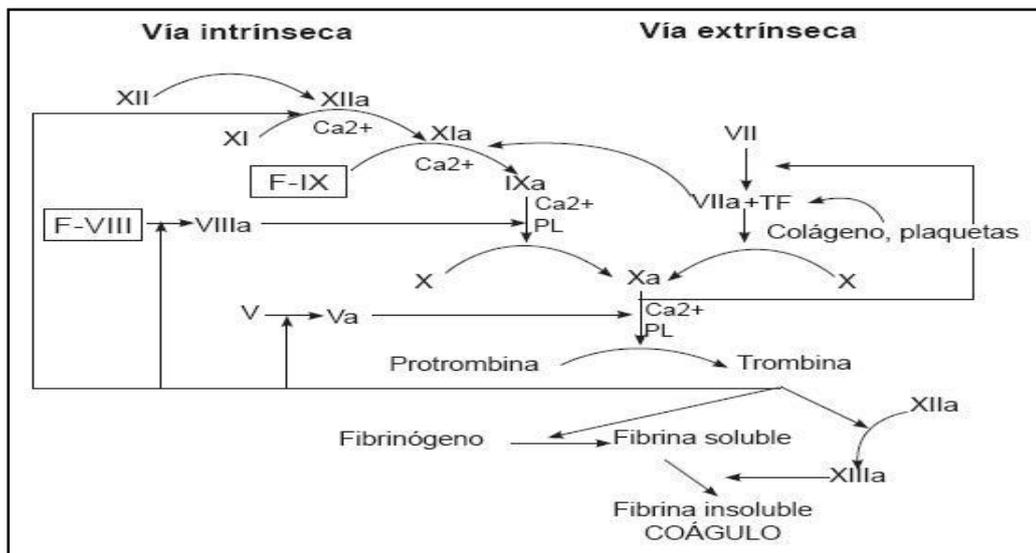
Por medio de la dilatación y aumento de la permeabilidad vascular se logra intensificar en el intersticio la exudación de plasma sanguíneo, con esto se fomenta la migración de leucocitos hacia la zona de la herida, sobre todo de macrófagos neutrófilos y granulocitos, cuya función primordial consiste en limpiar la herida y protegerla de posibles infecciones por medio de la fagocitosis. A la vez liberan mediadores bioquímicamente activos, que estimulan y activan células de importancia para la siguiente fase del proceso de cicatrización de la herida. La numerosa presencia de macrófagos cobra una importancia decisiva para el desarrollo de la curación de la herida, por lo cual es una pieza clave en esta fase. (HARTMANN, 1999; PALASTANGA, N., 2000)

## a) Coagulación y hemostasia

La primera reacción de los procesos reparativos es la de detener la hemorragia. Al momento de producirse la lesión se liberan desde las células dañadas unas sustancias vasoactivas, provocando vasoconstricción evitando así una mayor pérdida de sangre, hasta que la aglomeración de trombocitos consiga una primera obstrucción vascular. Los trombocitos circulantes en el plasma sanguíneo forman un tapón adhiriéndose a los vasos lesionados en el lugar de la lesión, este tapón en un primer momento cierra los vasos de manera provisoria. (HARTMANN, 1999; CLÍNICA Dr. ARQUERO. 2013)

El lugar de la lesión se cerrara permanentemente mediante el sistema de coagulación que se activa a través del proceso de aglomeración de trombocitos.

La coagulación que se lleva a cabo mediante diversas escalas, la llamada cascada de coagulación que tiene dos vías: intrínseca y extrínseca, y en el cual interviene alrededor 30 factores, lleva a la formación de una redícula de fibrina compuesta por fibrinógeno; se forma un coágulo que detiene la hemorragia, cierra y protege la herida de posibles contaminaciones bacterianas y de pérdida de humores. (HARTMANN, 1999; CLÍNICA Dr. ARQUERO. 2013)



FUENTE: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99572009000300013&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99572009000300013&script=sci_arttext)

**FIGURA No. 7 CASCADA DE COAGULACIÓN**

Los procesos de coagulación sanguínea y la aglomeración de trombocitos permanecen localizados en el sitio de la lesión, evitando así que los procesos trombóticos que estos mismos desatan no pongan en riesgo al organismo en su totalidad. (HARTMANN, 1999)

#### **b) Reacciones inflamatorias**

La inflamación es la reacción de defensa del organismo frente a la acción de agentes nocivos. El propósito de esta reacción es eliminar estos agentes nocivos, o en su defecto inactivarlos, limpiar el tejido e instaurar las condiciones óptimas para los continuos procedimientos proliferativos. (PALASTANGA, N., 2000; HARTMANN, 1999)

En todas las heridas se presentan las reacciones inflamatorias, presentan contaminación bacteriana y se ven reforzadas en heridas abiertas. Se deben eliminar los microorganismos infiltrados y realizar una limpieza de detritos y otros cuerpos extraños. (HARTMANN, 1999)

La inflamación presenta cuatro síntomas característicos: hinchazón, calor, rubescencia (rubor) y dolor. Se dilatan las arteriolas que se constriñeron al momento de producirse la lesión por medio de la acción de sustancias vasoactivas como la serotonina, la histamina y la quinina, esto produce una mayor irrigación sanguínea en la zona de la herida y además un aumento del metabolismo local necesario para la eliminación de agentes nocivos.

La vasodilatación produce un incremento de la permeabilidad vascular y un incremento de la exudación de plasma sanguíneo en el intersticio. Aproximadamente en 10 minutos después de producida la herida se da un primer impulso exudativo, y un segundo impulso después de transcurridas entre 1-2 horas. Al instante se va formando un edema al que contribuyen de forma adicional la ralentización de la circulación sanguínea, la acidosis local en la región de la herida, lo cual intensifica los procesos catabólicos.

El dolor que se desarrolla en la herida es la consecuencia de la inflamación, por algunos productos inflamatorios como la bradiquinina, y también por las terminaciones

nerviosas que quedan al descubierto (PALASTANGA, N., .2000; HARTMANN, 1999)

### **c) Fagocitosis (defensa contra la infección)**

Pasadas entre 3-4 horas de producida la herida se lleva a cabo la migración de leucocitos, capacitados para fagocitar detritos, material y gérmenes exógenos.

Los granulocitos neutrófilos que predominan en la fase inicial de la inflamación, se encargan de liberar sustancias mensajeras estimulantes de la inflamación, las citocinas que fagocitan bacterias y también liberan enzimas disgregadoras de proteínas, que eliminan las partes dañadas de la matriz extracelular, lo cual va a representar una primera limpieza de la herida. Ya transcurridas 24 horas se lleva a cabo la migración de monocitos hacia el lugar de la herida, estos a su vez se transforman en macrófagos en el lugar de la lesión, por lo que continúan con la fagocitosis (HARTMANN, 1999)

Aproximadamente en 3 días se detiene la migración de leucocitos, cuando la herida se encuentra limpia. No obstante, si se originara una infección, se mantendría la migración de leucocitos, y se intensificaría la fagocitosis, extendiéndose la fase inflamatoria y retrasando de esta forma la curación de la herida.

Los fagocitos que se encuentran cargados de detritos y de tejido descompuesto van a conformar el pus. El oxígeno es de gran importancia para la destrucción del material bacteriano en el interior de las células que solo puede llevarse a cabo con la ayuda de este. (HARTMANN, 1999)

### **1.3.1.2 Fase de proliferación: reconstrucción de los tejidos granulares**

Esta segunda fase de la curación de la herida dura de 5 a 10 días, aunque en realidad se extiende por varios meses y predomina la proliferación celular con el fin de alcanzar la reconstitución vascular y de volver a rellenar la zona defectuosa mediante el tejido granular. Esta fase comienza aproximadamente a partir del cuarto día desde que se produjo la herida, los fibroblastos ilesos de los tejidos cercanos migran hacia el coágulo, los factores de crecimiento y las citosinas estimulan, regulan la migración y

proliferación de células encargadas de la reconstitución de vasos y tejidos. (PALASTANGA, N., 2000; CARDOSO, F. 2014; HARTMANN, 1999)

#### **a) Reconstitución vascular.**

Para la curación de la herida es indispensable la presencia de nuevos vasos los cuales puedan garantizar un aporte adecuado de oxígeno, sangre y sustancias nutritivas. Esta reconstitución vascular empieza desde los vasos ilesos que se encuentran en el borde de la herida. Con ayuda de la estimulación de los factores de crecimiento, las células de la capa epitelial que revisten las paredes vasculares, endotelio, están facultadas para degradar su membrana basal, moverse y migrar a la zona de lesión y al coágulo sanguíneo. (HARTMANN, 1999)

Una herida que se encuentra bien irrigada es porque se haya extremadamente vascularizada. Inclusive la permeabilidad de los nuevos capilares formados es mucho mayor que la de los capilares normales, sin embargo los nuevos capilares tienen una menor capacidad de resistencia frente a sobrecargas producidas de forma mecánica, por lo que se debe proteger la zona de la herida contra posibles traumatismos; con la maduración posterior del tejido granular que se convierte en tejido cicatricial también se reducen nuevamente los vasos. (HARTMANN, 1999)

#### **b) Tejido granular**

A partir del cuarto día de producida la herida comienza a rellenarse con nuevo tejido la zona defectuosa; se produce el llamado tejido granular, cuya formación se inicia principalmente por los fibroblastos, éstos producen proteoglicanos que componen la sustancia de tipo gelatinoso del espacio extracelular, y por otra parte también produce colágeno, que madura fuera de las células hasta llegar a transformarse en una fibra otorgándole su resistencia al tejido. (PALASTANGA, N., 2000)

El tejido granular se puede describir como una transitoria unidad hística que cierra la herida y hace las veces de lecho para la sucesiva epitelización. Después de haber cumplido con su función se transforma paso a paso en tejido cicatricial.

Tal denominación de granulación se debe a que durante el desarrollo del tejido pueden observarse en la superficie pequeños gránulos vítreo transparentes o rosados. Una óptima granulación se produce cuando los gránulos se van agrandando al pasar el tiempo y aumentan también su número, de forma que al final se forma una superficie brillante, húmeda y de color rojo asalmonado. Este tipo de granulación es síntoma de una curación bien encaminada.

Cuando los procesos de cicatrización se ven alterados o estancados, la granulación se presenta recubierta con costras pegajosas, con un aspecto pálido, blando y poco consistente. (HARTMANN, 1999; CLÍNICA Dr. ARQUERO. 2013)

### **1.3.1.3 Fase de diferenciación: maduración, cicatrización y epitelización**

Entre el sexto y décimo día empieza la maduración de las fibras de colágeno. La herida se contrae, reduce la vascularización y la presencia de agua en el tejido granular, gana consistencia y finalmente se transforma en el tejido cicatricial.

Con la epitelización termina el proceso de curación de la herida, este proceso incluye la reconstitución de las células epidermales a través de la mitosis y la migración celular. (HARTMANN, 1999)

#### **a) Contracción de la herida**

La contracción de la herida permite que la zona de reparación incompleta se mantenga lo más reducida posible permitiendo que las heridas se cierren de forma espontánea, lo cual se logra con ayuda de sustancias tisulares no destruidas. Esta contracción será de mayor importancia cuanto mayor movilidad demuestre tener la piel. (HARTMANN, 1999)

Los fibroblastos del tejido granular una vez finalizadas sus actividades de secreción se transforman en fibrocitos y también en miofibroblastos; éstos contienen actomiosina, una proteína muscular que permite se produzcan las contracciones. Al contraerse los miofibroblastos, se tensan las fibras colágenas, el tejido cicatricial se retrae y de esa forma se contrae desde los bordes de la herida el tejido epitelial. (HARTMANN, 1999)

## **b) Epitelización**

Esta fase cierra el ciclo de curación de la herida. Es del tejido granular que parten las señales quimiotácticas para que se dé inicio con la migración de los epitelios desde los bordes de la herida, para ello, las células epiteliales necesitan una superficie húmeda deslizante para poder realizar la migración. (HARTMANN, 1999; CLÍNICA Dr. ARQUERO. 2013)

## **c) Mitosis y migración**

Las células del estrato basal que tienen la capacidad de llevar a cabo la reacción curativa de la herida y que poseen un metabolismo activo presentan un evidente e ilimitado potencial mitótico, el cual se encuentra restringido por las calonas, represor específico del tejido.

Este metabolismo se activa en caso de producirse una lesión. Cuando esto ocurre, desciende el nivel extracelular de calonas, como consecuencia aumenta la actividad mitótica de las células del estrato basal y comienza la multiplicación celular para rellenar la zona defectuosa. (PALASTANGA, N., 2000; HARTMANN, 1999)

Las células migran desde el estrato basal hacia la superficie de la piel durante la maduración fisiológica de la epidermis, para el reemplazo reparativo las células avanzan hacia los bordes de la herida en línea recta. La epitelización de la herida comienza con la rotura de la continuidad de la epidermis, las células epiteliales desgarradas con movimientos ameboides se deslizan para cicatrizar la abertura por lo cual se colocan unas frente a otras. Este procedimiento solo resulta exitoso en heridas superficiales de corte longitudinal; en las demás heridas o lesiones de la piel los epitelios no descienden necesitando así una superficie deslizante, lisa y húmeda por lo que la migración del epitelio de los bordes de la herida dependerá del tejido granular.

La migración de las células periféricas de la epidermis se produce paso a paso dependiendo del estado en que se encuentra la granulación de la herida, más no de manera uniforme e incesante. Dada la primera preformación del epitelio periférico

continúa con la fase de engrosamiento del estrato epitelial y que se da a través de la superposición de células. En cuanto a las capas epiteliales pronto volverán a recuperar su grosor y capacidad de resistencia. (HARTMANN, 1999; CLÍNICA Dr. ARQUERO. 2013)

### 1.3.2 TIPOS DE CICATRIZACIÓN

Tomando en cuenta el período y la forma en que ocurra la cicatrización existen 3 tipos de cicatrización:

#### **1.3.2.1 Cicatrización por primera intención o Primaria**

Este tipo de cicatrización es la ideal y más sencilla, ya que los tejidos van a cicatrizar por unión primaria. La pérdida de tejido es mínima sin presencia de infección ni necrosis, presentando las siguientes características: cicatrización en un tiempo breve, sin secreción local, mínimo edema, sin separación de los bordes de la herida y con una mínima formación de cicatriz. (TOVAR, R. 2003; ANDRADES, P., 2004)

#### **1.3.2.2 Cicatrización por segunda intención o Secundaria**

Se da una cicatrización mucho más prolongada, lenta y complicada al producirse una mayor destrucción de células y tejidos. La herida va a cicatrizar desde los bordes y desde los estratos profundos. Generalmente se da lugar a tejido de granulación para que se logre una adecuada reparación, el cual contiene miofibroblastos. La herida cierra por contracción dejando una cicatriz poco estética. (TABOADA, A. 2013; FUNDACIÓN Dr. JORDI MAS)

#### **1.3.2.3 Cicatrización por tercera intención o Terciaria**

Método seguro de reparación de las heridas que se encuentran muy contaminadas o que tengan tejidos muy traumatizados. Se realiza un aseo minucioso de la lesión y prorroga el cierre de ésta para un periodo que va del tercer al séptimo día de producida

la herida de acuerdo a la evolución, cerciorando de esta forma un cierre de la herida sin complicaciones. (TABOADA, A. 2013)

#### 1.4 MASTUERZO (*Tropaeolum majus*)

##### 1.4.1 FAMILIA TROPEOLÁCEA

La familia de las Tropeoláceas son hierbas anuales o perennes, muchas veces subsuculentas, escandentes o raramente procumbentes, a veces con rizomas tuberosos; plantas hermafroditas. Presenta un género y abarca 95 especies de plantas en ocasiones tuberosas y perennes. (ECURED. 2012; VIVERO CHACLACAYO. 2010)

La familia de las Tropeoláceas es muy utilizada en la cultura popular ya que se cultivan ornamentalmente, aunque también es una planta hortícola ya que sus hojas y flores se consumen generalmente en ensaladas. Pero la importancia radica en que es utilizada en la medicina natural para combatir múltiples dolencias, ya sea en infusiones o al ingerirla. (ANDRADES, P., 2004)

El término *tropaeolum* deriva del griego *Tropaion*, o pequeño trofeo, debido a la disposición de sus hojas y flores. En algunas zonas se la denomina capucha de monje, expresando la forma de sus flores. (PLANTAS Y FLORES. 2009)



FUENTE: <http://www.viverochaclacayo.com>

**FIGURA No. 8 Tropaeolum majus**

#### 1.4.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Planta anual suculenta, lampiña y arbustiva según la variedad, con tallos trepadores o rastreros que se expanden alrededor del centro. Posee hojas orbiculares, ligeramente lobulado o peltadas con el limbo entero, fuertemente divididas con una notable venación, tienen de 4 a 10 cm de diámetro; largos pecíolos, encogidos en espiral. Pétalos enteros, unguiculados, los tres inferiores más angosto, con las uñas laciniadas. Flores tubulares rojizas, anaranjadas o amarillas, abiertas al final en forma de trompeta, de 3 a 4 cm de diámetro; cáliz amarillento, prolongado hacia atrás en un espolón de 2 a 3 cm de largo; fruto subcarnoso, de 1 - 1,5 cm de diámetro, depresso globoso, con tres ángulos redondeados. Florece desde la primavera hasta el otoño y se reproduce por gajos y semillas. Existen variedades enanas, dobles, etc. La familia de las tropeoláceas tiene un solo género y unas 80 especies. (TOVAR, R. 2003; DANA, E., SANZ, M. 2008; BOTANICAL. 2010)

#### 1.4.3 TAXONOMÍA

**Reino:** Plantae

**Filo:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Geraniales

**Familia:** Tropaeolaceae

**Género:** *Tropaeolum*

**Especie:** *Majus* (PERÚ ECOLÓGICO.2000)

#### 1.4.4 DATOS AGROTECNOLÓGICOS

##### 1.4.4.1 Hábitat y distribución

Es un arbusto silvestre nativa de Sudamérica, donde se distribuye en Colombia, Ecuador y Perú. Esta planta ha sido cultivada desde épocas prehispánicas y se

desarrolla de manera silvestre en las vertientes occidentales andinas, así como en jardines, campos agrícolas y matorrales en los que ha intervenido el hombre, aunque esta planta es susceptible de invadir áreas naturales compitiendo con la flora propia del área. (GUALAVISÍ, L. 2008)

#### **1.4.4.2 Propagación**

El mastuerzo o Capuchina es una planta fácil de cultivar debido a su rusticidad. Se reproduce por medio de semillas, aunque también puede hacerlo en menor medida vegetativamente, rebrotando cada año de las raíces tuberosas. Su polinización es entomófila, es decir, por medio de mariposas, y su diseminación, barócora. (TABOADA, A. 2013)

#### **1.4.4.3 Partes utilizadas**

Se utilizan generalmente toda la planta, sus hojas, flores, frutos; excepto sus raíces También es utilizada la planta en fresco. (BOTANICAL. 2010)

#### **1.4.5 APLICACIONES**

El mastuerzo se ha utilizado desde la antigüedad en la medicina popular, se utiliza la planta en su mayoría, sus flores, hojas y frutos; en infecciones de las vías respiratorias como son faringitis, sinusitis y especialmente en bronquitis ya que fluidifica la expectoración. Usado en infecciones de las vías urinarias como cistitis y pielonefritis. Resulta útil en gripes y resfriados debido a que su principio activo de acción antibiótica que ayuda a todo el aparato respiratorio descongestionando los bronquios y calmando la tos. El mastuerzo es una de las pocas plantas superiores capaces de producir una sustancia con acción antibiótica que no destruye la flora bacteriana propia, ni tampoco provoca reacciones alérgicas. (NANZI, A. 1999; NANZI, A. 2010)

Debido a sus propiedades antibióticas, resulta un excelente desinfectante, ideal para limpiar heridas superficiales. Favorece las funciones de la piel, ya que debido a su

elevado contenido de azufre y además por los taninos presentes, aplicada de forma local tiene un efecto cicatrizante sobre heridas y úlceras. El mastuerzo también regenera y devuelve su tersura a la piel seca; pero sobre todo estimula el bulbo piloso, revitalizando el cabello e inclusive haciéndolo crecer. (ANDRADES, P., 2004; VILLA, M. 2011; NATUREDUCA. 2011)

Utilizado como tonificante y vigorizante por su elevado contenido en vitamina C (285 mg por cada 100 g de hojas frescas). Es reguladora menstrual al realizar baños de asiento con flores o frutos. Se le atribuye a esta planta efectos afrodisíacos por lo cual se le denomina también “flor de amor” (NANZI, A. 1999, NATUREDUCA. 2011)

Es también muy utilizada como aperitivo, ya que sus hojas al ingerirlas estimulan el apetito, por su buen sabor. Además por su contenido de vitamina C y sales minerales, presenta grandes propiedades alimenticias y representa un buen aporte nutritivo. (VILLA, M. 2011)

#### 1.4.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA

Según revisión el mastuerzo posee

- Flavonoides como quercetina, isoquercetina, luteína, kaempferol, zeaxantina.
- Ácido clorogénico, taninos, sales minerales, ácido oxálico, espilantol.
- Compuestos de azufre: glucotropaeolósido que es un heterósido sulfurado o también llamado glucosinolato que es el responsable del sabor picante de la planta. Éste se descompone en isocianato de bencilo o glucotropaeolina que posee propiedades antibióticas, expectorantes.
- Las hojas contienen ácido ascórbico e isoquercitrósido.
- Las flores contienen helenina, mirosina.
- Además posee pigmentos: la sorbusina y carotenoides, resinas, pectinas. (NANZI, A. 1999; BOTANICAL. 2010; NANZI, A. 2010)

## **1.5 METABOLITOS SECUNDARIOS QUE INTERVIENEN EN LA CICATRIZACIÓN**

### **1.5.1 TANINOS**

Compuestos polifenólicos, solubles en agua e insolubles en solventes orgánicos. Pueden formar complejos con metales pesados y se oxidan con facilidad sobre todo en medio ácido, y pueden actuar como reductores. (ÁLVAREZ, J. 2007)

Constituidos por compuestos hidrosolubles de estructura polifenólica, pudiendo precipitar macromoléculas como alcaloides, proteínas, celulosa. Tienen la capacidad de formar complejos con proteínas, lo cual le otorga la característica gustativa astringente o gusto tánico. (BOTANICAL, 2010)

#### **1.5.1.1 Clasificación**

##### **a) Taninos hidrolizables**

Polímeros formados por ácidos fenólicos, que después de una hidrólisis ácida se libera ácido gálico o ácido elágico, se denominan galotaninos o elagitaninos respectivamente. En ambos casos se trata de estructuras relativamente complejas. Son de menor tamaño que los condensados y se hidrolizan con mayor facilidad por ácidos, bases o enzimas. (PABÓN, M., OSSA, J. 2010; ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2001)

##### **b) Taninos condensados o proantocianidínicos**

Poseen un elevado peso molecular, los núcleos bencénicos se encuentran unidos por átomos de carbono. Tras una hidrólisis ácida liberan una antocianidina. Químicamente se trata de polímeros de flavanoles. (ÁLVAREZ, J. 2007)

### 1.5.1.2 Propiedades

- **Cicatrización y cuidado de la piel:** Favorece la coagulación y cicatrización de la piel. Cumplen la función de cicatrizante acelerando la curación de heridas, la costra se va a formar con la unión de las proteínas de los taninos y creando un medio seco lo que impedirá el desarrollo de bacterias. Y también tiene función hemostática, ya que ayuda a la coagulación de la sangre cuando constriñe los vasos sanguíneos, lo cual favorece a la curación de la herida.  
Además resulta de gran importancia para el cuidado de la piel, ya que interviene en la curación de espinillas, granos y eliminación de grasa. (INNATIA. 2014)
- **Antioxidante:** Tienen poder antirradicalario y la capacidad de consumir oxígeno disuelto, lo que le atribuye la propiedad antioxidante. Lo cual previene la aparición de enfermedades degenerativas. (PABÓN, M., OSSA, J. 2010)
- **Antiinflamatorio:** Algunas proantocianidinas tienen la capacidad de inhibir a los mediadores de la inflamación. (PABÓN, M., OSSA, J. 2010)
- **Antibacteriano:** esta función se debe básicamente a que se priva del medio idóneo a los microorganismos evitando así su desarrollo y multiplicación. (PABÓN, M., OSSA, J. 2010; ALONSO, J. 2008)

### 1.5.2 FLAVONOIDES

Metabolitos secundarios de bajo peso molecular presentes en casi todas las plantas vasculares. Ciertos flavonoides le dan resistencia a la planta contra la fotooxidación de la luz UV del sol, funcionan como defensa frente a depredadores, atraen a insectos polinizadores a través del olor o color que le otorgan a la planta asegurando la reproducción y también pueden intervenir en el transporte de hormonas. (ESTRADA, R., 2012)

### 1.5.2.1 Propiedades

- **Cicatrización:** Ciertos flavonoides en presencia de vitamina C, producen un aumento en la síntesis de fibronectina extracelular y colágeno, al producir la proliferación de fibroblastos normales de la piel. Las antocianidinas favorecen la angiogénesis en las heridas y en los problemas de cicatrización al acelerar la contracción de la herida y su posterior cierre. Además aumenta la expresión del factor de crecimiento endotelial del borde de la herida. (CARTAYA, O., 2001; REDROBÁN, K. 2012)
- **Fragilidad capilar:** Incrementan la fortaleza de los vasos capilares, previniendo así que éstos se cierren con facilidad y evitan que se rompan, previniendo el sangrado. Al tener ciertos flavonoides una acción similar a la de la vitamina C, protegen a los vasos sanguíneos de infecciones y enfermedades. (INNATIA. 2014; MUÑOZ, M. 2014)
- **Antiinflamatoria y analgésica:** Debido a su actividad antioxidante y su capacidad de actuar contra mediadores de procesos inflamatorios como las prostaglandinas y leucotrienos.
- **Antioxidante:** Tienen la capacidad de neutralizar los radicales libres y de esta forma impide los efectos dañinos que pueden ocasionar en el organismo. (ESTRADA, R., 2012)

### 1.5.3 GLUCOSINOLATOS

También llamados tioglucósidos son compuestos fitoquímicos nitrógeno-azufrados, se encuentran en plantas dicotiledóneas, y son abundantes en la familia de las *Brassicaceae* (crucíferas). Son muy lábiles, se degradan fácilmente por el calor, la luz o por las enzimas. Constituyen un mecanismo de defensa para la planta. Se producen en el metabolismo secundario de las plantas y se componen de dos partes: una activa, denominada *aglucon* o *genina* que se utiliza con carácter terapéutico, y que puede ser

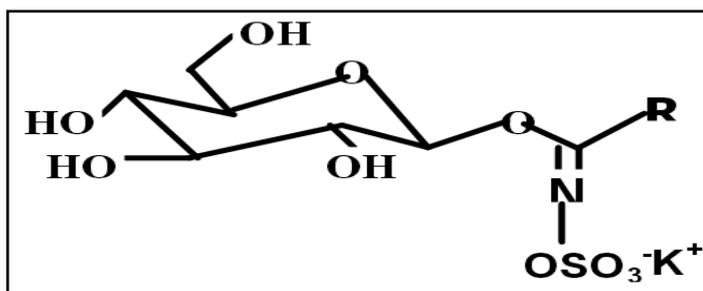
un alcohol u otro compuesto orgánico; y otra inactiva que es un azúcar o glúcido, pero que tiene efectos favorables en la absorción y solubilidad del glucósido. El mastuerzo contiene el glucosinolato: glucotropaealósido. (AECAE. 2014; BINIPATIA HIGIENISMO. 2013; CORNELL UNIVERSITY. 2014)

Las condiciones ideales para preservar el contenido de glucosinolatos y por tanto la calidad nutritiva de la planta son temperaturas bajas, que sean inferiores a 4 °C y una humedad relativa alta, entre 98% a 100%, estas condiciones mantienen la integridad de las membranas celulares.

Los glucosinolatos son inofensivos, pero cuando la planta está siendo digerida por un animal, al romperse las células por la trituración al masticar, enzimas como la mirosina entra en contacto con estos compuestos, generando glucosa, ácido sulfúrico y compuestos volátiles como: (PALOMO, P., REVUELTA, E. 2012)

- **Isotiocianatos:** que irritan las mucosas pero si se consumen en pequeñas cantidades no resulta tóxico.
- **Oxazolidin-2-tionas:** tiene efectos antitiroideos, al inhibir el crecimiento y provocando bocio.
- **Nitrilos:** que provocan lesiones en l riñón y en el hígado. Además inhiben el crecimiento.
- **Tiocianatos:** que tienen efectos antitiroideos

Los glucosinolatos y sus productos de degradación son componentes que actúan como defensa de la planta contra insectos y herbívoros. Son los responsables del sabor picante y aroma sulfuroso que presentan algunas plantas, y se produce al romperse en isotiocianatos. Cada genotipo posee un glucosinolato predominante, aunque el contenido de éste variará según el tipo de tejido y su estado de desarrollo. (AYAMBO, L. 2006)

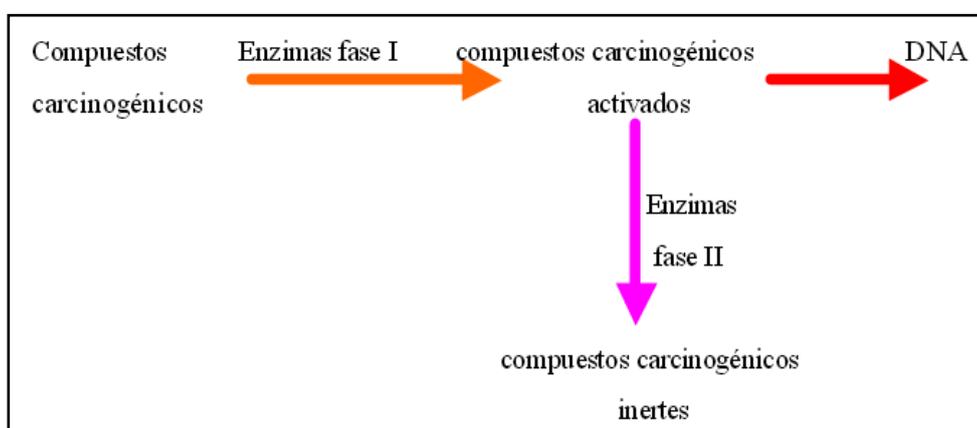


FUENTE: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1111/1/ayambo\\_sl.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1111/1/ayambo_sl.pdf)  
**FIGURA No. 9. ESTRUCTURA DE GLUCOSINOLATOS**

### 1.5.3.1 Propiedades

Los glucosinolatos son los responsables del sabor único y picante de muchos condimentos. Son importantes debido a su acción citostática, por actividad fertilizante, por tener actividad anticarcinogénica y por su prevención contra enfermedades crónicas. Mejoran además la actividad de varias enzimas hepáticas, es también antioxidante, es utilizado para tratar quemaduras de sol, contra el envejecimiento de la piel a causa de la radiación UV, aumenta la irrigación, promueve la cicatrización de las heridas. (ARIA, M., 2011; CARTAYA, O., 2001)

Sus productos de hidrólisis como los índoles y los isotiocianatos presentan actividad antitumoral. El mecanismo de acción de los índoles se debe a la actividad antiestrogénica ya que inactivan el proceso de proliferación celular. Por otro lado el mecanismo de acción de los isotiocianatos es inhibir las enzimas metabólicas de fase I y estimulando las enzimas de fase II. (AYAMBO, L. 2006)



FUENTE: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1111/1/ayambo\\_sl.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1111/1/ayambo_sl.pdf)  
**FIGURA No. 10. MECANISMO DE ACCIÓN DE ISOTIOCIANATOS**

## 1.6 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

Los procesos de extracción varían en función de la naturaleza y calidad de la materia prima, de la escala de producción, de la naturaleza del solvente. Por lo que en los procesos de extracción se pueden diferenciar dos grupos:

### 1.6.1 EXTRACCIÓN SIMULTÁNEA O DISCONTINUA

Son procesos que dan como resultado en equilibrio de la concentración entre el residuo y el soluto. Para la extracción se coloca o sumerge la droga vegetal completamente en el solvente utilizado, por lo que la difusión de los principios activos de la droga se dará en todas direcciones llegando al equilibrio. Según el tiempo, temperatura y solventes utilizados se diferencian varios métodos: (MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA. 2011; SHAPARIN, N. 2000)

**TABLA No. 1 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN SIMULTÁNEA**

EXTRACCIONES DISCONTINUAS	TEMPERATURA	TIEMPO	SOLVENTE
<b>Maceración</b>	T ambiente	Horas-días	Agua Mezclas hidroalcohólicas Glicerina
<b>Digestión</b>	T > ambiente	Horas-días	Agua Mezclas hidroalcohólicas Glicerina
<b>Infusión</b>	T próxima a ebullición T menos	1-2 minutos Hasta 30 minutos	Agua
<b>Decocción</b>	T de ebullición	15-30 minutos	Agua

FUENTE: <http://farmacia.udea.edu.co/~ff/Farmacognosia.pdf>

### 1.6.2 EXTRACCIÓN PROGRESIVA O CONTINUA

Método que consta en colocar la droga en contacto con el solvente, manteniendo el desequilibrio entre la concentración del principio activo en la droga vegetal y en el solvente para que se produzca la difusión celular. El solvente actúa en una sola dirección y se debe ir renovando. Con estos métodos se logra prácticamente una

extracción completa de los principios activos, agotando completamente la droga y éstos son: (BINIPATIA HIGIENISMO. 2013; OSORIO, E. 2009)

**TABLA No. 2 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN PROGRESIVA**

EXTRACCIONES CONTINUAS	TEMPERATURA	TIEMPO	SOLVENTE
<b>Percolación</b>	T ambiente	Variable	Variados
<b>Soxhlet</b>	T de ebullición	Variable	Solventes orgánicos

FUENTE: <http://farmacia.udea.edu.co/~ff/Farmacognosia.pdf>

## 1.7 MEDICAMENTOS CICATRIZANTES

### 1.7.1 ACCIÓN DE LOS CICATRIZANTES

Los medicamentos cicatrizantes contienen ingredientes que disminuyen la apariencia de las cicatrices. Favorecen la reepitelización de la epidermis y, en consecuencia, facilitan la reparación de los tejidos y su cicatrización. Ciertos ingredientes promueven la rápida generación de células nuevas y sanas. Otros van a actuar sobre la epidermis de la piel eliminando las células muertas. Estos medicamentos para la piel reponen el tejido perdido en la zona afectada por lo cual el proceso de curación natural de la piel se acelera. Sin embargo, se debe tener en cuenta que para poder notar cambios en la apariencia de las cicatrices, se debe utilizar estos medicamentos por un tiempo considerable. (SALUD Y BIENESTAR. 2013)

### 1.7.2 LAMODERM



FUENTE: <https://www.fybeca.com/carrocompras/pages/search-results.jsf?cat=234&s=0&pp=25>

**FIGURA No. 11 LAMODERM**

Corticoide de potencia leve combinado. Es un preparado de corticoides combinado con antibióticos para el tratamiento local de infecciones dermatológicas inflamatorias y/o bacterianas. Su utilización es apropiada únicamente para indicaciones dermatológicas muy específicas y no se deben utilizar sin un diagnóstico apropiado. Es una crema antiinflamatoria, antialérgica, antibiótica y cicatrizante. (VADEMÉCUM FARMACOTERAPÉUTICO DEL ECUADOR; VADEMÉCUM DERMATOLÓGICO)

Está compuesta por acetato de prednisolona y sulfato de neomicina:

Cada 100 g contiene:

Acetato de prednisolona.....0,5 g

Sulfato de neomicina.....0,5 g (VADEMÉCUM DERMATOLÓGICO)

- **Acetato de prednisolona:** Democroticoide que se encuentra en forma micronizada, con efecto antialérgico y antiinflamatorio en la piel.
- **Sulfato de neomicina:** Antibiótico de amplio espectro, no provoca síntomas de hipersensibilidad, y no es inactivado por los exudados. (VADEMÉCUM DERMATOLÓGICO)

Lamoderm está indicado en heridas de cicatrización lenta que no respondan a un tratamiento normal y en general a cualquier condición anormal de la piel que se deba a un factor alérgico infeccioso o inflamatorio. (VADEMÉCUM DERMATOLÓGICO)

### 1.7.3 ETEROL



FUENTE: <http://www.proconvet.com/vademecum%20equinos.pdf>  
**FIGURA No. 12 ETEROL**

Antiséptico de uso externo indicado en el tratamiento de estomatitis vesicular, fiebre aftosa, difteria. En el tratamiento de fístulas, abscesos y mataduras. Es utilizado como antiséptico y cicatrizante de ombligo en los recién nacidos, úlceras, escoriaciones de la piel y heridas. (VADEMÉCUM LÍNEA EQUINA; LIFE. 2013)

Cada 100 ml contiene:

Fenol..... 0,1 g

Violeta de genciana..... 0,4 g

Excipiente alcohólico..... 100 mL (VADEMÉCUM LÍNEA EQUINA)

Se debe aplicar diariamente sobre la zona afectada, con previa debridación y limpieza, asegurando así una completa curación (SALUD Y BIENESTAR. 2013)

## 1.8 ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN

El uso de animales de experimentación en investigaciones científicas ha sido de gran importancia para la salud humana. Estos animales facilitan el conocimiento de la fisiología y la biología con el fin de diagnosticar y de realizar tratamientos que permitan mejorar la calidad de vida de las personas, debido a su gran similitud fisiológica que existe entre el hombre y el animal de experimentación. Es por esto que

realizarse un uso bioético de los animales en experimentación sin reducirse a un simple asunto legal. Ya que a pesar de ser estos animales de gran utilidad en la investigación, se pone a discusión el bienestar de estos. (DE JESÚS, R. 2002; AGUILAR, A., 2012; GARCÉS, L., GIRALDO, C. 2012)

#### 1.8.1 RATONES (*Mus musculus*)

Tienen una longitud aproximada de 7-11 cm sin contar con la cola, pueden pesar de 15 a 20 g. Poseen una vida media de 4 a 6 meses cuando se encuentran en libertad, por el contrario si permanecen en cautiverio pueden llegar a vivir varios años. Las hembras llegan a su madurez sexual precozmente ya que a las 5-6 semanas son sexualmente activas, mientras que los machos precisan de unos días más. Tienen el sentido del olfato muy desarrollado, su visión es muy pobre y no pueden percibir los colores. Por su tamaño pequeño son susceptibles a cambios ambientales, con una variación de temperatura de 2 a 3 °C puede afectar su temperatura corporal y modificar su fisiología.

Los ratones se utilizan porque son de fácil cuidado y mantenimiento, representa bajos costos de manutención, por su eficiencia reproductiva, tienen un periodo de vida relativamente corto por lo que son ideales para su uso en ensayos crónicos de toxicología, microbiología, farmacología. (MEDINA, P. 2013; OROZCO, M. 2013)

##### 1.8.1.1 Taxonomía

**CLASE:** Mammalia

**ORDEN:** Rodentia

**FAMILIA:** Muridae

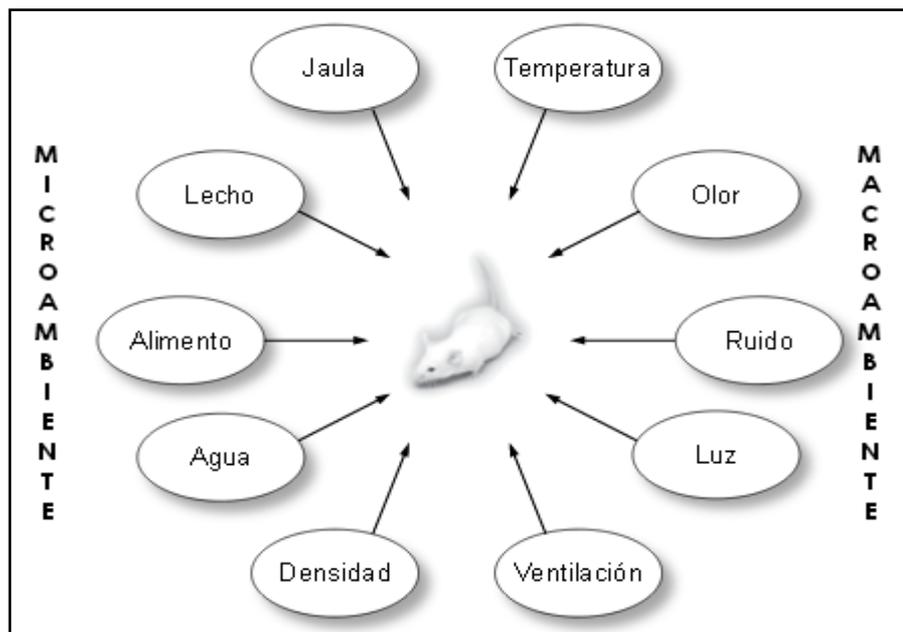
**GÉNERO:** Mus

**ESPECIE:** musculus (PERÚ, MINISTERIO DE SALUD)

### 1.8.1.2 Descripción de la familia

La familia de los múridos constituye la familia más amplia dentro de los mamíferos e incluye más de 400 especies. Son animales herbívoros se alimentan de semillas, otros vegetales y presentan características propias como peculiaridades en la musculatura del rostro. (DE JESÚS, R. 2002)

### 1.8.1.3 Microambiente y Macroambiente



FUENTE: PERÚ, MINISTERIO DE SALUD.

**FIGURA No. 13 MICROAMBIENTE Y MACROAMBIENTE**

Microambiente: Ambiente físico que rodea al ratón de manera inmediata. Se compone de humedad, temperatura y está limitado por el medio de encierro primario, es decir, la jaula, cama, alimento y agua de bebida. Cada ratón puede moverse libremente al tener su propio espacio, evitando cualquier situación de estrés, por lo que deberán tener un espacio adecuado que les permita adoptar posturas normales. Y pueden adaptarse con facilidad al proporcionarles las condiciones de higiene y la protección contra otros roedores o insectos. Las condiciones del microambiente pueden producir cambios en procesos fisiológicos y metabólicos. (DE JESÚS, R. 2002; PERÚ, Ministerio de Salud. 2008; QUIROZ, R. 2013)

Macroambiente: Es el encierro secundario o cuarto de alojamiento del ratón y es el espacio inmediato al microambiente. Sus factores son: ventilación, temperatura, luz, olor y ruido. Al alterar estos factores se pueden producir cambios en el animal y con ello, cambios fisiológicos, modificaciones del tipo de respuesta y un aumento en la variabilidad de los resultados. (PERALTA, N. 2013; RIOFRÍO, K. 2014)

## CAPÍTULO II

### 2. PARTE EXPERIMENTAL

#### 2.1 LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en los siguientes laboratorios:

- **Control de calidad de la droga:** Laboratorio de Fitoquímica y Química Instrumental de la Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- **Evaluación de la Actividad Cicatrizante:** Bioterio de la Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
- **Análisis Histopatológico:** Laboratorio Histopatológico SOLCA (Riobamba).

#### 2.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

##### 2.2.1 MATERIA PRIMA

La materia prima, Mastuerzo (*Tropaeolum majus*) se recolectó en la provincia de Chimborazo, Cantón Guano, Parroquia San Gerardo, Barrio La Magdalena. A una altitud de 2750 m.s.n.m., Temperatura promedio 17 °C, en época de invierno, para su posterior análisis.

## 2.2.2 REACTIVO BIOLÓGICO

Para la evaluación in vivo de la actividad cicatrizante se utilizaron ratones (*Mus musculus*)

### 2.2.2.1 Descripción

- Peso promedio: 25-30 g
- Edad: 2-3 meses
- Sexo: Machos/ Hembras
- Lugar de nacimiento: Bioterio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

### 2.2.2.2 Condiciones Ambientales

- Humedad relativa: 40-70%
- Temperatura: 22 °C ±2
- Periodo: 12 horas luz y 12 horas de oscuridad
- Ruido: Ausente
- Ropa de cama: Viruta de madera para mantener animales limpios y secos, cambio cada 48 horas
- Alimento: Balanceado para roedor en forma de pellets y agua *Ad libitum*

## 2.2.3 EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS PARA EL ANÁLISIS DEL VEGETAL

### a) EQUIPOS

- |                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| - Balanza analítica (Boeco) | - Estufa (Memmert)   |
| - pH-metro                  | - Rotavapor          |
| - Refractómetro             | - Espectrofotómetro  |
| - Mufla                     | - Cámara fotográfica |

## **b) MATERIALES**

- Vasos de precipitación 100 y 250 mL.
- Pipetas volumétricas 1 y 10 mL.
- Probetas 50 y 100 mL.
- Varilla de agitación
- Balones aforados de 10 y 25 mL.
- Trípode
- Embudo simple
- Papel filtro
- Papel aluminio
- Reverbero
- Espátula
- Crisol
- Pignómetro de 10 mL
- Pizeta
- Gradilla
- métrica
- Tubos de ensayo
- Pinza para tubos
- Micropipetas automáticas de 100 y 500  $\mu\text{L}$
- Puntas plásticas para pipetas
- Cápsulas de porcelana
- Pinzas para crisol
- Envases estériles de vidrio ámbar
- Placas de vidrio
- Algodón
- Jaulas de ratones
- Guantes, mascarilla, cubre zapatos.
- Bisturís
- Jeringuillas 1 mL
- Frascos estériles con tapa
- Cinta

### c) REACTIVOS

- Lamoderm
- Eterol
- Agua destilada
- Alcohol al 96 °
- Alcohol amílico
- Ácido clorhídrico
- Ácido sulfúrico
- Cloroformo
- Reactivo de Wagner
- Reactivo de Sudan III
- Reactivo de Dragendorff
- Reactivo de Mayer
- Reactivo de Baljet
- Reactivo de Fehling
- Magnesio metálico
- Cloruro férrico
- Eter dietílico
- Amonio 5%
- Solución de carbonato de sodio
- Ácido gálico
- Reactivo de Folin-Ciocalteu
- Acetona
- Ácido acético glacial
- Ácido fórmico
- Acetato de etilo
- Sulfato de cerio
- Formol 10%

## 2.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS

### 2.3.1 LIMPIEZA DE LA MATERIA VEGETAL

Luego de recolectado el Mastuerzo (*Tropaeolum majus*), se llevó a cabo el proceso de limpieza que consta de los siguientes pasos:

- Se excluyeron las partes deterioradas y en proceso de degradación, basándose en el color y estado físico.
- Se eliminaron las impurezas de la planta sumergiéndola en agua clorada.
- Se realizó 3-4 repeticiones de lavado.
- Una vez lavada totalmente la planta se procedió al secado de la misma, a temperatura ambiente  $20 \pm 2$  °C, en ausencia de luz en lugar cerrado.
- Se troceó la planta: hojas, flores y tallos hasta obtener pequeños fragmentos; para una mejor extracción.

- Estos fragmentos se almacenaron en bolsas plásticas en ausencia de luz y humedad.

### 2.3.2 EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*)

#### 2.3.2.1 Preparación de la droga vegetal

Se procedió a fragmentar la droga vegetal seca a un tamaño de partículas homogéneo con el objetivo de que existiera mayor superficie de contacto con el solvente y de que las barreras celulares de la planta se encuentren parcialmente destruidas, por lo cual la extracción se facilitaría al permitirse una mayor disolución de los componentes.

#### 2.3.2.2 Proceso de extracción

Se pesó 20g de la planta y se llevó a un envase de vidrio al cual se le añadió el solvente (Alcohol 40%), hasta cubrir la planta en su totalidad. Se dejó macerar en el recipiente cerrado por 48 horas, en ausencia de luz y con agitación.

Pasado este periodo de tiempo se filtró el extracto y se colocó en un envase de vidrio ámbar, el cual se dejó reposar en refrigeración.

### 2.3.3 CONTROL DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA

El control de calidad del material vegetal se basó en la Norma Ecuatoriana de Fitomedicamentos (2001) y en la Norma Internacional.

Se realizaron las siguientes pruebas para el control de calidad:

#### 2.3.3.1 Contenido de Humedad

Se denomina Humedad al agua libre que contiene la droga vegetal. Se determinó mediante el Método Gravimétrico (Pérdida por desecación en estufa). (DE LA VEGA, P. 2013; MORALES, P. 2013))

### **2.3.3.2 Cenizas Totales**

Se determinó por medio del Método Gravimétrico, determinación en seco. (MORALES, P. 2013)

### **2.3.3.3 Cenizas solubles en agua**

Se determinó mediante el Método de calcinación. (MORALES, P. 2013)

### **2.3.3.4 Cenizas insolubles en ácido clorhídrico**

Se determinó mediante el Método de calcinación. (MORALES, P. 2013)

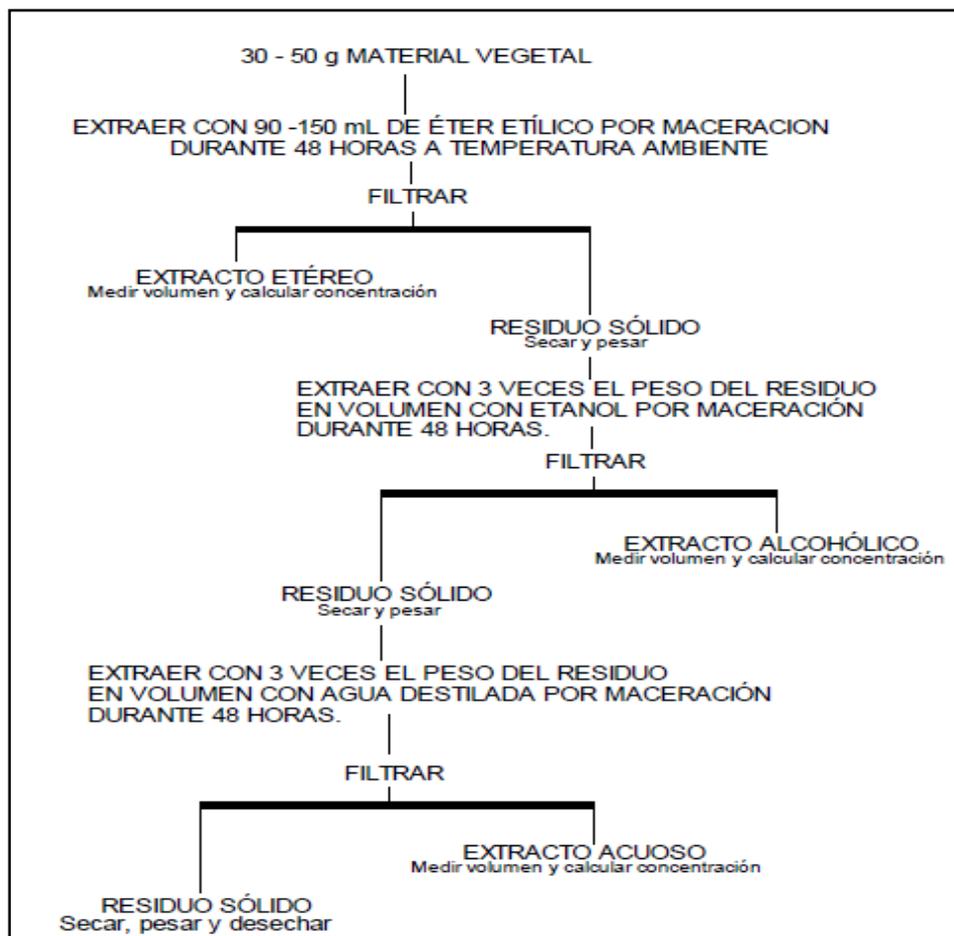
## **2.3.4 CONTROL DE CALIDAD DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO**

### **2.3.4.1 Parámetros de calidad del extracto hidroalcohólico**

Se basó en las Normas Ramales. Drogas Crudas. Extractos y Tinturas. NRSP 309, 311 Y 312. MINSAP 1992 para la determinación de los parámetros de calidad. (BARAHONA, V, 2013)

- Determinación de los Requisitos organolépticos
- Determinación del pH del extracto
- Determinación de la Densidad relativa
- Determinación de los Sólidos totales
- Determinación del Índice de refracción

### 2.3.5 SCREENING FITOQUÍMICO DE LA DROGA CRUDA



FUENTE: NORMAS RAMALES. DROGAS CRUDAS. EXTRACTOS Y TINTURAS. NRSP 309, 311 Y 312. MINSAP 1992.  
**FIGURA No. 14 PROCEDIMIENTO PARA OBTENCIÓN DE EXTRACTOS**

### 2.3.6 TAMIZAJE FITOQUÍMICO

El tamizaje fitoquímico tiene como propósito aislar e identificar los diversos compuestos que biosintetiza la planta, los cuales podrán tener o no alguna actividad o más bien causar toxicidad.

El estudio fitoquímico se realizó tomando como base las Normas Ramales. Drogas Crudas. Extractos y Tinturas. NRSP 309, 311 Y 312. MINSAP 1992. (SINAI, M. 2011; BARAHONA, V, 2013)

## 2.4 ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO

### 2.4.1 CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA (TLC)

La cromatografía en capa fina (TLC) se basa en la elaboración de una delgada capa uniforme sobre una placa de vidrio u otro soporte con dos fases: la fase móvil que es líquida y será un componente polar; y la fase estacionaria que es un sólido, el eluyente será menos polar, de manera que los componentes que se deslicen con mayor velocidad serán los menos polares. (HERNANDEZ, L. 2013; AMAGUAYO, S. 2013)

### 2.4.2 PROCEDIMIENTO

- Se utilizó una placa cromatográfica de sílica gel 60 F<sub>254</sub>, la cual se activó en la estufa por una hora.
- Pasado este tiempo se retiró de la estufa y se dejó enfriar.
- Se preparó el sistema de solventes para el corrido.
- Se aplicó el extracto con ayuda de capilares a la distancia de 1 cm del borde inferior de la placa, se repitió la aplicación de 3 a 4 veces dejando secar después de cada aplicación.
- Se introdujo la placa dentro de la cuba cromatográfica, dejando que el solvente recorra las  $\frac{3}{4}$  partes de la placa.
- Se sacó y se dejó secar la placa.
- Se procedió a revelar la placa, se secó y se colocó en el reverbero esperando que las manchas sobresalgan por la acción del calor.
- Se procedió a medir la distancia recorrida por el sistema de solventes y de las manchas.

### 2.4.3 ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO PARA FLAVONOIDES

**Absorbente:** Sílica gel 60 F<sub>254</sub>

**Sistema de solventes:** Acetato de etilo-Ácido fórmico-Ácido acético-Agua (20:2.2:2.2:5.2)

**Revelador:** Sulfato de cerio

**Cálculo:**

$$R_f = \frac{\text{Distancia recorrida por la muestra}}{\text{Distancia recorrida por el solvente}}$$

#### 2.4.4 CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS

La concentración de fenoles totales en el extracto hidroalcohólico fue medida por espectrofotometría, basándose en una reacción colorimétrica de óxido-reducción, siguiendo el Micrométodo de Folin-Ciocalteu; este reactivo está formado por la mezcla de Ácido fosfotúngstico y Ácido fosfomolibdico. Dando lugar a óxidos de tungsteno y de molibdeno por acción de la oxidación de los fenoles, los cuales presentan una coloración azul y una absorción máxima a 765 nm. La intensidad de la coloración será proporcional a la concentración de compuestos fenólicos presentes en la muestra. (PALOMINO, G., 2009; GRACIA, M. 2007; MORALES, P. 2013)

- Se tomó una alícuota de 100 µL del extracto y se colocó en un balón de aforo de 10 mL
- Se añadió 5 000 µL de agua destilada.
- Al balón se lo cubrió con papel aluminio y en ausencia de luz se añadió 500 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu y se homogenizó.
- Se adicionó 2 000 µL de Carbonato de sodio al 20%.
- Luego de esto se aforó con agua destilada a 10 mL y se dejó reposar por 30 min en total oscuridad.
- Transcurrido este tiempo se procedió a la lectura de la absorbancia de la muestra.
- La concentración de compuestos fenólicos se obtuvo empleando una curva de calibración con un estándar de ácido gálico, por lo cual los resultados se representaran como µg de ácido gálico por g de material vegetal.

#### 2.4.5 CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES TOTALES (MÉTODO DEL $\text{AlCl}_3$ )

El  $\text{AlCl}_3$  anhidro forma quelatos con flavonoides en medio básico, estos quelatos presentan una coloración rosada lo cual es indicador de la presencia de flavonoides. Los flavonoides totales se expresan en  $\mu\text{g}$  del flavonoide utilizado como estándar por gramo de muestra. (RIOFRÍO, K. 2014; MORALES, P. 2013)

- Se tomó una alícuota de 500  $\mu\text{L}$  del extracto y se colocó en un tubo con 400  $\mu\text{L}$  de agua destilada.
- Se añadió 38  $\mu\text{L}$  de  $\text{NaNO}_2$  al 5 %, se tapó y se dejó en reposo durante 5 minutos a temperatura ambiente.
- Pasado este tiempo se agregó 38  $\mu\text{L}$  de  $\text{AlCl}_3$  al 10 %, nuevamente se tapó y por 6 minutos se dejó en reposo a temperatura ambiente.
- Se adicionó 250  $\mu\text{L}$  de  $\text{NaOH}$  1 M y finalmente 24  $\mu\text{L}$  de agua destilada.
- Fue medido a una longitud de onda de 510 nm.

#### 2.5 EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD CICATRIZANTE DE EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*)

Se empleó un lote de 24 ratones (*Mus musculus*) machos y hembras, procedentes del Bioterio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de 2 a 3 meses de edad y con un peso promedio de 25-30 g. Los cuales se distribuyeron en 8 grupos de 3 ratones seleccionados aleatoriamente y ubicados de forma individual en cajas plásticas.

##### 2.5.1 PERIODO DE AMBIENTACIÓN O ACONDICIONAMIENTO

A todos los animales se los mantuvo bajo las mismas condiciones planteadas en el protocolo de investigación.

**Humedad:** 40-70%

**Temperatura:** 22 °C  $\pm$ 2

**Fotoluminiscencia:** 12 horas de luz y 12 horas de obscuridad

**Ruido:** Ausente

**Alimentación:** Pellets y Agua *Ad libitum*

Se ambientó al reactivo biológico tanto al investigador como a la técnica a realizar mediante manipulación y adaptación. Se los mantuvo en periodo de adaptación por un lapso de 7 días, verificando que las condiciones sean las establecidas.

### 2.5.2 INDUCCIÓN A LA HERIDA

Se procedió a realizar la depilación de la zona dorsal de los ratones, con crema depilatoria Veet. Se humedeció con agua tibia previamente la zona a depilar, se colocó la crema depilatoria por un tiempo máximo de 5 min y se retiró con ayuda de gasas húmedas.

Este procedimiento se realizó 24 horas antes de la inducción a la herida para descartar de esta forma la aparición de alguna reacción alérgica.

Se desinfectó la zona depilada y se colocó anestesia Lidocaína con epinefrina, se marcó 2 cm de longitud perpendicularmente al eje longitudinal del ratón. Se procedió a realizar el corte con un bisturí en la zona delimitada con una profundidad de 2 mm.

### 2.5.3 TRATAMIENTO

Ya obtenido el extracto madre, se realizaron las diluciones para obtener los extractos a las diferentes concentraciones establecidas: 20%, 40% y 80%. Con el objetivo de identificar cuál de éstas concentraciones presenta una mayor actividad cicatrizante sobre los reactivos biológicos. Para obtener estos extractos se realizaron diluciones tomando del extracto madre y diluyendo con alcohol al 40%.

Se administró tópicamente a cada grupo los tratamientos correspondientes, cada 12 horas, y se aplicó mediante hisopos, por aspersion y con jeringas.

**TABLA No. 3 GRUPOS DE EXPERIMENTACIÓN**

	<b>Control (-)</b>	<b>Control (+)</b>		<b>Extracto 20%</b>	<b>Extracto 40%</b>	<b>Extracto 80%</b>	
	G1	H1	J1	L1	X1	Y1	Z1
	G2	H2	J2	L2	X2	Y2	Z2
	G3	H3	J3	L3	X3	Y3	Z3
<b>Grupos</b>	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7

FUENTE: CABEZAS, G. 2014

O= Grupos

G= Animales sin tratamiento

H= Animales tratados con lamoderm

J= Animales tratados con eterol

L= Animales tratados con alcohol 40%

X= Animales tratados con extracto 20%

Y= Animales tratados con extracto 40%

Z= Animales tratados con extracto 80%

#### **2.5.4 TIPOS DE RESPUESTA**

Los tipos de respuesta que se evaluaron durante y después de administrados los tratamientos fueron:

##### **- Días de cicatrización de la herida**

Se consideró los días en que tardó en cerrar y cicatrizar completamente las heridas inducidas de cada grupo.

## - **Longitud final de la cicatriz**

Se tomó la medida en centímetros de las cicatrices finales, después de caídas las costras de los grupos experimentales.

## **2.6 EXAMEN HISTOPATOLÓGICO**

Los animales fueron sacrificados posterior a la cicatrización de las heridas, mediante dislocación cervical. Se obtuvieron las muestras realizando un corte de 3 cm de largo y 2 cm de ancho alrededor de la zona de tratamiento. Estas muestras fueron colocadas en frascos estériles con formol diluido al 10% para un posterior análisis histopatológico. Con estas muestras se realizaron las placas para su observación microscópica y evaluar el porcentaje de regeneración celular con los diferentes tratamientos administrados mediante la observación de los tejidos.

## **2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

La investigación se realizó con tres repeticiones con el objeto de obtener resultados más confiables.

Se aplicó el Análisis de varianza ANOVA que permite medir la variación total de los resultados obtenidos. Y posteriormente se aplicó la prueba de Tuckey al 5% para comprobar que todas las variables se encuentren dentro del margen de error, y determinar las diferencias existentes entre las medias de los tratamientos realizados.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta investigación se realizó el control de calidad de la planta cruda, de los extractos, pruebas de evaluación del efecto cicatrizante del extracto de mastuerzo. Y se han obtenido los siguientes resultados.

#### 3.1 CONTROL DE CALIDAD DE LA DROGA CRUDA

Se realizó el control Físico-Químico de la droga cruda, seca y triturada. Y estos datos se compararon con las especificaciones establecidas por la Norma Ecuatoriana de Fitomedicamentos (NEFT)(MUÑOZ, M. 2014)

**CUADRO No. 1 CONTROL DE CALIDAD DE LA DROGA CRUDA MASTUERZO (*Tropaeolum majus*). LABORATORIO DE FITOQUÍMICA. FACULTAD DE CIENCIAS. FEBRERO 2014.**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>NEFT</b>
Humedad	13%	<b>8-14%</b>
Cenizas Totales	12%	<b>Hasta 12%</b>
Cenizas Solubles en Agua	5%	<b>Hasta 7%</b>
Cenizas insolubles en Ácido clorhídrico.	5%	<b>Hasta 5%</b>

En el cuadro N°1 se pueden observar los resultados obtenidos, los cuales se encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma Ecuatoriana de Fitomedicamentos (NEFT). Esto indica que se garantiza la calidad de la droga vegetal al cumplirse los parámetros con las especificaciones establecidas.

### 3.2 TAMIZAJE FITOQUÍMICO

Permite identificar cualitativamente los principales grupos químicos presentes en la planta. El tamizaje fitoquímico conlleva reacciones rápidas de precipitación y coloración.

**CUADRO No. 2 TAMIZAJE FITOQUÍMICO DE EXTRACTOS DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*). LABORATORIO DE FITOQUÍMICA. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. MARZO 2014**

METABOLITO	ENSAYO	EXTRACTO ETÉREO	EXTRACTO ALCOHÓLICO	EXTRACTO ACUOSO
Alcaloides	Dragendorff	(-)	(+)	(-)
	Wagner	(-)	(+)	(+)
	Mayer	(-)	(+)	
Triterpenos y Esteroides	Lieberman-Buchard	(+++)	(+)	
Flavonoides	Shinoda		(+)	(+)
Taninos y Fenoles	Cloruro férrico		(+++)	(+++)
Saponinas	Espuma		(-)	(-)
Azúcares reductores	Fehling		(+++)	(+)
Compuestos grasos	Sudan III	(-)		
Quinonas	Bortrager		(++)	
Cumarinas	Baljet	(-)	(-)	(+)
Flavonoides	Antocianidinas		(+)	
Catequinas	Catequinas		(-)	
Resinas	Resinas		(-)	
Mucílagos	Mucílagos			(-)
P. amargos	P. amargos			(-)

(-): Sin evidencia del metabolito; (+): Baja evidencia; (++) : Evidencia considerable; (+++): Alta evidencia

El tamizaje fitoquímico se realizó en extractos con diferentes solventes: éter dietílico, alcohol al 96% y agua destilada; los cuales extraen metabolitos afines de polaridad

similar: compuestos lipofílicos, compuestos de polaridad intermedia y compuestos hidrofílicos respectivamente.

Se determinó de acuerdo a los resultados expresados en el Cuadro No. 2 la presencia de alcaloides, flavonoides, triterpenos y/o esteroides, lo cual concuerda con los resultados reportados por Sanabria, A (1996).

Además se determinó la presencia de otros metabolitos secundarios como: quinonas, cumarinas, azúcares reductores.

Los taninos que son muy evidentes, intervienen en la cicatrización incrementando la coagulación de la sangre, acelerando la curación de la herida y en la regeneración celular.

Los flavonoides presentes en menor proporción le otorgan a la planta la actividad antimicrobiana, antiinflamatoria.

### **3.3 CONTROL DE CALIDAD DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*)**

#### **3.3.1 DETERMINACIÓN DE REQUISITOS ORGANOLÉPTICOS DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO**

**CUADRO No. 3 DETERMINACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*). LABORATORIO DE FITOQUÍMICA. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. ABRIL 2014**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>
Color	Café oscuro
Olor	Picante
Aspecto	Líquido
Sabor	Amargo

Las características organolépticas del extracto hidroalcohólico de Mastuerzo (*Tropaeolummajus*) son descritas en el Cuadro N°3, siendo líquido, con un color café oscuro, de sabor amargo y olor picante.

### 3.3.2 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO

**CUADRO No. 4 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*). LABORATORIO DE FITOQUÍMICA. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. ABRIL 2014.**

PARÁMETRO	RESULTADO
pH	6,45
Densidad relativa	0,9652 g/mL
Índice de refracción	1,358
Sólidos totales	1,49 %

Se muestran los resultados en el cuadro N°4 de los parámetros físicos del extracto hidroalcohólico, obteniendo un pH de 6,45; lo cual indica que no existe riesgo de producir daño al poseer un pH similar al de la piel, siendo compatible.

El valor del índice de refracción fue de 1,358; que al compararlo con el índice de refracción del agua 1,333, se puede observar una mínima diferencia, indicando la presencia de sustancias disueltas.

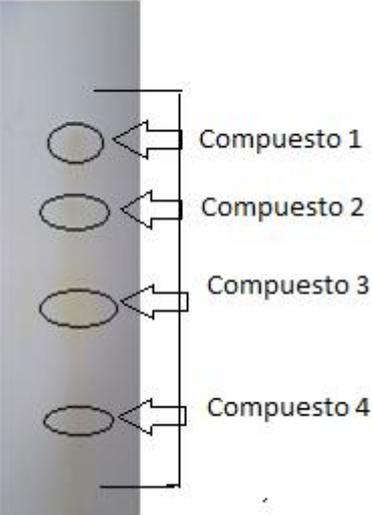
La densidad relativa fue de 0,9652g/mL, siendo el extracto de mastuerzo menos denso que el agua.

Los sólidos totales indican la cantidad de sustancias disueltas, mide el total de residuos sólidos filtrables. El resultado obtenido fue de 1,49 %.

### 3.4 CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA (TLC)

#### 3.4.1 DETERMINACIÓN DE FLAVONOIDES

**CUADRO No. 5 DETERMINACIÓN DE FLAVONOIDES EN CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA DEL EXTRACTO DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*). LABORATORIO DE FITOQUÍMICA. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. ABRIL 2014.**

TLC – EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO		
		
MANCHA	R <sub>f</sub>	COMPUESTO IDENTIFICADO
Compuesto 1	$7,3 / 8 = 0,91$	Kaempferol
Compuesto 2	$6,5 / 8 = 0,81$	Ácido isoclorogénico
Compuesto 3	$4,1 / 8 = 0,51$	Ácido clorogénico
Compuesto 4	$2,1 / 8 = 0,22$	Quercetina

Los resultados presentados en el Cuadro N°5, indican los posibles compuestos presentes e identificados. En comparación según Wagner y con los R<sub>f</sub> calculados, pertenecen a Quercetina, Ácido clorogénico, Kaempferol y Ácido isoclorogénico.

### 3.5 CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES TOTALES

Para la elaboración de la curva de calibración se usó como patrón catequina y se realizó la lectura a una longitud de onda de 510 nm. Para la determinación de flavonoides totales en el extracto hidroalcohólico de mastuerzo se obtuvieron los siguientes resultados.

**CUADRO No. 6 DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE FLAVONOIDES TOTALES EXPRESADOS EN  $\mu\text{g}$  DE CATEQUINA/ g DE MUESTRA EN EL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*). LABORATORIO DE QUÍMICA INSTRUMENTAL. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. ABRIL 2014.**

Absorbancia	Concentración en ppm ( $\mu\text{g}$ de catequina/mL de extracto)	Contenido de flavonoides totales en $\mu\text{g}$ de catequina/ g de muestra
0.3253	$29,81 \pm 0,58$	30,89

N = 3;  $\pm$  DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA TRES MEDICIONES; p-Valor <0,05.

En el cuadro No. 6 se muestran los resultados obtenidos y se observa que el contenido de flavonoides totales en función de la catequina reportó 30,89  $\mu\text{g}/\text{g}$  de muestra.

### 3.6 CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS

La cuantificación de compuestos fenólicos se llevó a cabo por medio del Método de Folin-Ciocalteu que determina el contenido total de estos compuestos en la planta. Para la elaboración de la curva de calibración se usó Ácido gálico como patrón, el cual se midió a 765 nm. Los resultados obtenidos fueron:

**CUADRO No. 7 DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS EXPRESADOS EN  $\mu\text{g}$  DE Ac. GÁLICO/ g DE MUESTRA EN EL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*). LABORATORIO DE QUÍMICA INSTRUMENTAL. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. ABRIL 2014.**

Absorbancia	Concentración en ppm ( $\mu\text{g}$ de Ac. gálico/mL de extracto)	Contenido de compuestos fenólicos en $\mu\text{g}$ de Ac. gálico/ g de muestra
0.8263	$792,75 \pm 13,37$	821,37

N = 3;  $\pm$  DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA TRES MEDICIONES; p-Valor <0,05.

En el cuadro No. 7 se muestran los resultados obtenidos, para el contenido de compuestos fenólicos totales en función del ácido gálico fue de 821,37  $\mu\text{g}/\text{g}$  de muestra favoreciendo a la actividad cicatrizante.

### 3.7 EVALUACIÓN DEL EFECTO CICATRIZANTE DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*)

Se evaluó la actividad cicatrizante del extracto hidroalcohólico de Mastuerzo (*Tropaeolum majus*), administrando de forma tópica los tratamientos: extractos al 20, 40 y 80%. Al control (+) se administró Lamoderm, Eterol y Alcohol al 40%. Y por

último el control (-) al cual no se administró ningún tipo de tratamiento. Se observó el tiempo cicatrización y longitud de la cicatriz.

**CUADRO No. 8 EFECTO CICATRIZANTE DE EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE MASTUERZO EVALUADO MEDIANTE DÍAS DE CICATRIZACIÓN Y LONGITUD DE LA HERIDA. BIOTERIO. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. MAYO 2014**

GRUPOS	CICATRIZACIÓN (Días)	LONGITUD CICATRIZ (cm)
Sin tratamiento	15,67 ± 0,58	1,87 ± 0,058
Lamoderm	11,67 ± 0,58	1,6 ± 0,1
Eterol	13,67 ± 0,58	1,73 ± 0,058
Alcohol 40%	13,67 ± 0,58	1,67 ± 0,058
Extracto 20%	12,67 ± 0,58	1,83 ± 0,058
Extracto 40%	11,67 ± 0,58	1,57 ± 0,058
Extracto 80%	9,67 ± 0,58	1,37 ± 0,058

N = 3; ± DESVIACIÓN ESTANDAR PARA TRES MEDICIONES; p-Valor <0,05.

Según los datos obtenidos y expresados en el cuadro No. 8 el tratamiento con mejores resultados y mayor efecto cicatrizante fue el tratamiento con el Extracto al 80%. Debido a que este grupo llevó 9,67 días en cicatrizar completamente la herida inducida, a diferencia de los otros tratamientos que llevaron más días en hacerlo.

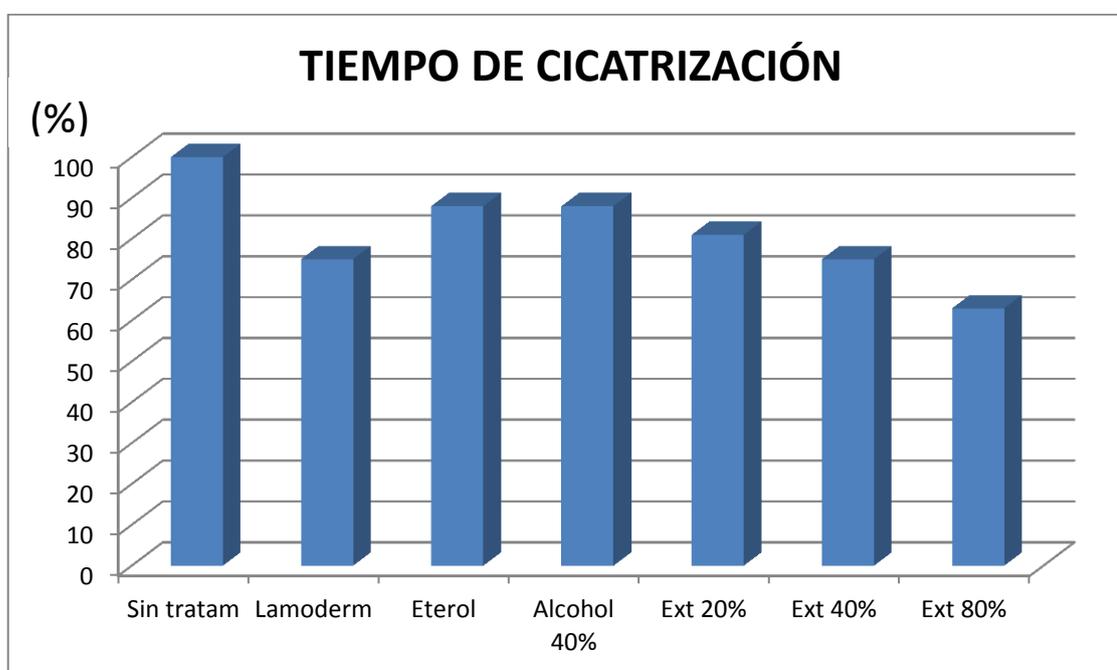
Esto puede deberse a la mayor concentración presentes de Taninos los cuales van a participar en la reepitelización de los tejidos y aceleración de la cicatrización de las heridas, en conjunto con los flavonoides.

Además se pueden observar las longitudes finales de las cicatrices de cada grupo después de finalizados los tratamientos. Identificando que las cicatrices que presentaron una menor longitud fueron aquellas a los cuales se les aplicó el tratamiento con extracto al 80%, determinando que se obtuvo una mayor eficacia con este tratamiento al disminuir de forma notable el tamaño de las cicatrices.

### 3.7.1 REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE CICATRIZACIÓN.

**CUADRO No. 9 REDUCCIÓN EN PORCENTAJE DEL TIEMPO DE CICATRIZACIÓN DE CADA GRUPO EN RELACIÓN A LA AUSENCIA DE TRATAMIENTO. BIOTERIO. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. MAYO 2014**

GRUPO		CICATRIZACIÓN EN DÍAS	TIEMPO DE CICATRIZACIÓN (%)
Control (-)	Sin tratamiento	16	100
Control (+)	Lamoderm	12	75
	Eterol	14	88
	Alcohol 40%	14	88
Extracto 20%		13	81
Extracto 40%		12	75
Extracto 80%		10	63



**GRÁFICO No. 1 REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE CICATRIZACIÓN DE CADA GRUPO EN RELACIÓN A LA AUSENCIA DE TRATAMIENTO. BIOTERIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. MAYO 2014**

En el cuadro No. 9 y gráfico No. 1 se toma como referencia los 16 días de cicatrización del Control (-), es decir, el grupo al que no se le administró el tratamiento, expresándose como el 100%. Al Control (+) se le aplicó 3 tratamientos diferentes: Lamoderm, Eterol y Alcohol al 40%. En estos grupos se redujo el tiempo de cicatrización: Lamoderm un 25%, en Eterol y Alcohol al 40% se redujo el tiempo en

un 12%. En el extracto al 20% el tiempo de cicatrización se reduce a un 19%, para el extracto al 40% se reduce el tiempo de cicatrización al 25%. Mientras que para el extracto al 80% se puede observar claramente que existe una reducción considerable del tiempo de cicatrización con respecto al Control (-), ya que tiene una reducción del 37%. Siendo un porcentaje menor también en comparación a los demás tratamientos.

### 3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se efectuó comparando las medias de cada grupo utilizando los test de ANOVA y de Tukey con el objeto de determinar los valores que presenten una diferencia significativa con respecto al grupo control ( $p < 0,05$ ), se utilizó el programa estadístico SPSS.

#### ANOVA de un factor

Cicatrizacion					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	66.000	6	11.000	33.000	.000
Intra-grupos	4.667	14	.333		
Total	70.667	20			

**GRÁFICO No. 2. ANOVA DEL EFECTO CICATRIZANTE EN LOS GRUPOS TRATADOS CONSIDERANDO LOS DÍAS DE CICATRIZACIÓN. BIOTERIO. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. MAYO 2014**

En el gráfico No. 2 se puede observar el ANOVA (ANEXO No. 11) realizado, en la comparación de los grupos el valor obtenido de p-Valor  $1,75055E^{-07}$  es menor a 0,05 rechazando la hipótesis nula de igualdad de medias entre las muestras, lo cual indica que al menos un tratamiento es diferente. Por lo que se realizó la comparación múltiple mediante el test de Tuckey.

### Cicatrizacion

HSD de Tukey<sup>a</sup>

tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
7.00	3	9.6667			
2.00	3		11.6667		
6.00	3		11.6667		
5.00	3		12.6667	12.6667	
3.00	3			13.6667	
4.00	3			13.6667	
1.00	3				15.6667
Sig.		1.000	.392	.392	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

**GRÁFICO No. 3. TEST DE TUCKEY DEL EFECTO CICATRIZANTE EN LOS GRUPOS TRATADOS CONSIDERANDO LOS DÍAS DE CICATRIZACIÓN. BIOTERIO. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. MAYO 2014**

En el gráfico No. 3 se muestran los resultados obtenidos en el test de Tukey con un nivel de confianza del 95%. Los tratamientos se dividieron en 4 subconjuntos, existiendo una diferencia significativa entre el tratamiento 7 (Extracto 80%) y el tratamiento 1 (Sin tratamiento). Los tratamientos 3 (Eterol), 4 (Alcohol 40%) y 5 (Extracto 20%) no presentan diferencias entre ellos, es decir, son homogéneos. Lo cual ocurre también en los tratamientos 2 (Lamoderm), 6 (Extracto 40%) y 5 (Extracto 20%). Y se puede observar que el tratamiento 5 (Extracto 20%) se solapa al estar en los subconjuntos 2 y 3.

### ANOVA de un factor

Cicatrizacion

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.430	6	.072	16.704	.000
Intra-grupos	.060	14	.004		
Total	.490	20			

**GRÁFICO No. 4. ANOVA DEL EFECTO CICATRIZANTE EN LOS GRUPOS TRATADOS CONSIDERANDO LA LONGITUD DE LA CICATRIZ. BIOTERIO. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. MAYO 2014**

En el ANOVA (ANEXO No. 12) presentado en el gráfico No. 4 el valor obtenido de p-Valor es de  $8,758E^{-06}$  siendo menor a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias entre las muestras y se acepta la hipótesis alternativa de diferencias múltiples.

### Cicatrizacion

HSD de Tukey<sup>a</sup>

tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
7.00	3	1.3667		
6.00	3		1.5667	
2.00	3		1.6000	
4.00	3		1.6667	
5.00	3		1.6667	
3.00	3		1.7333	1.7333
1.00	3			1.8667
Sig.		1.000	.084	.232

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

**GRÁFICO No. 5. TEST DE TUCKEY DEL EFECTO CICATRIZANTE EN LOS GRUPOS TRATADOS CONSIDERANDO LOS DÍAS DE CICATRIZACIÓN. BIOTERIO. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. MAYO 2014**

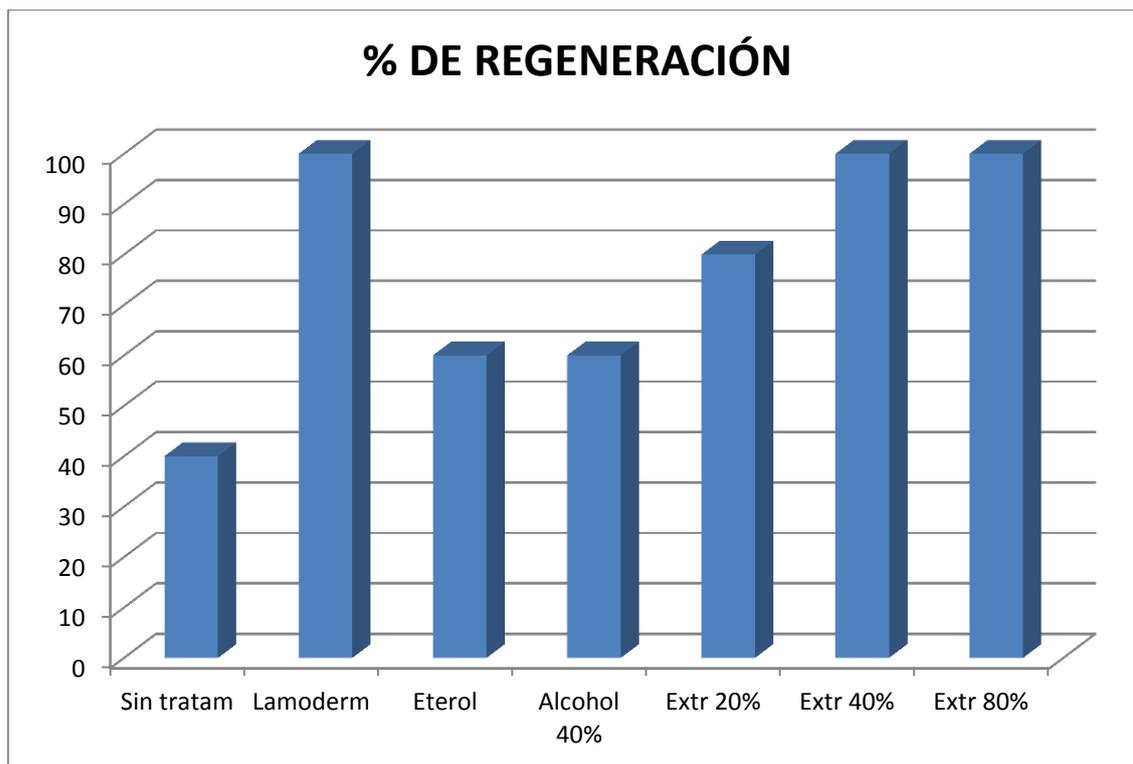
En el gráfico No. 4 se indican los resultados obtenidos con el test de Tukey con un nivel de confianza del 95 %. Se observa que existe homogeneidad estadística entre los tratamientos 6 (Extracto 40%), 2 (Lamoderm), 4 (Alcohol 40%), 5 (Extracto 20%) y 3 (Eterol). Y a la vez entre los tratamientos 1 (Sin tratamiento) y 3 (Eterol). Existiendo una diferencia significativa del tratamiento 7 (Extracto 80%).

### 3.9 EXAMEN HISTOPATOLÓGICO

**CUADRO No. 10 EXAMEN HISTOPATOLÓGICO DE PIEL DE RATONES (*Mus musculus*) A LOS CUALES SE ADMINISTRÓ EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*) PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO CICATRIZANTE. BIOTERIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. JUNIO 2014**

CODIGO	EXAMEN MACROSCÓPICO	EXAMEN MICROSCÓPICO
G 20% (Extracto <i>Tropaeolummajus</i> )	<b>Largo:</b> 1.8 cm <b>Ancho:</b> 0,15 cm <b>Color:</b> Rojizo <b>Aspecto:</b> Liso, algo agradable <b>Forma/Trayecto:</b> Longitudinal <b>Profundidad:</b> Ninguna/Superficial Herida cerrada	Piel con tejido fibroso. Proceso de cicatrización en 80 %

G 40% (Extracto <i>Tropaeolummajus</i> )	<b>Largo:</b> 1.6 cm <b>Ancho:</b> 0,15 cm <b>Color:</b> Blanco <b>Aspecto:</b> Liso, algo agradable <b>Forma/Trayecto:</b> Longitudinal <b>Profundidad:</b> Ninguna/ Superficial Herida cerrada	Piel con tejido fibroso. Proceso de cicatrización en 100%.
G 80% (Extracto <i>Tropaeolummajus</i> )	<b>Largo:</b> 1.4 cm <b>Ancho:</b> 0,15 cm <b>Color:</b> Blanco <b>Aspecto:</b> Liso, algo agradable <b>Forma/Trayecto:</b> Longitudinal <b>Profundidad:</b> Ninguna/Superficial Herida cerrada	Piel con proceso de cicatrización en 100%.
L1 (Eterol)	<b>Largo:</b> 1,7 cm <b>Ancho:</b> 0,15 cm <b>Color:</b> Blanco <b>Aspecto:</b> Algo liso , algo desagradable <b>Forma/Trayecto:</b> Longitudinal <b>Profundidad:</b> Ninguna/Superficial Herida cerrada	Piel con proceso de cicatrización en 60%. Presencia de epitelio escamoso
L2 (Alcohol 40%)	<b>Largo:</b> 1.7 cm <b>Ancho:</b> 0,15 cm <b>Color:</b> Blanco <b>Aspecto:</b> Algo liso, algo agradable <b>Forma/Trayecto:</b> Longitudinal <b>Profundidad:</b> Ninguna/Superficial Herida cerrada	Piel con proceso de cicatrización en 60%. Presencia de epitelio escamoso
L3 (Lamoderm)	<b>Largo:</b> 1.6 cm <b>Ancho:</b> 0,15 cm <b>Color:</b> Blanco <b>Aspecto:</b> Algo liso, algo agradable <b>Forma/Trayectoria:</b> Longitudinal <b>Profundidad:</b> Ninguna/Superficial Herida cerrada	Piel con proceso de cicatrización en 100%. Presencia de epitelio escamoso. Células basales de la epidermis proveen continuidad con tejido conectivo denso.
L4 (Control negativo)	<b>Largo:</b> 1.9 cm <b>Ancho:</b> 0,15 cm <b>Color:</b> Blanco <b>Aspecto:</b> Algo liso, algo agradable <b>Forma/Trayectoria:</b> Longitudinal <b>Profundidad:</b> Ninguna/Superficial Herida cerrada	Piel con proceso de cicatrización en 40% Presencia de tejido de granulación y fibrosis.



**GRÁFICO No. 6 PORCENTAJE DE REGENERACIÓN CELULAR EN RATONES (*Mus musculus*) A LOS QUE SE ADMINISTRÓ EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*). BIOTERIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. JUNIO 2014**

En el gráfico No. 2 se encuentran representados los porcentajes de regeneración de cada grupo, pudiéndose observar que aquellos tratamientos que presentan un 100% en regeneración son los grupos a los cuales se aplicó Lamoderm, extracto al 40% y el extracto al 80%. El extracto al 20% presenta una regeneración del 80%, mientras que se presenta un menor porcentaje de regeneración en los grupos a los que se aplicó eterol y alcohol al 40% presentando un 60%. Sin tomar en cuenta el control (-), es decir, al que no se aplicó ningún tratamiento, que presentó apenas un 40% de regeneración. Estos datos en conjunto con los presentados en los cuadros No. 9 y No. 10 muestran que el extracto al 80% resulta eficaz en la cicatrización de heridas superficiales.

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES

1. La droga cruda cumple con las especificaciones establecidas en la Norma Ecuatoriana de Fitomedicamentos, con una Humedad 13%, Cenizas totales 12%, Cenizas solubles en agua 5% y Cenizas insolubles en Ácido clorhídrico 5%. (Ver Cuadro No. 1)
2. El tamizaje fitoquímico de los extractos etéreo, alcohólico y acuoso de Mastuerzo (*Tropaeolum majus*) demostró la presencia de varios metabolitos secundarios entre los que se encuentran: compuestos fenólicos, taninos, flavonoides, triterpenos y esteroides, azúcares reductores, quinonas, alcaloides, siendo de mayor importancia para esta investigación los compuestos fenólicos y flavonoides. (Ver Cuadro No. 2)
3. Se comprobó el efecto cicatrizante de Mastuerzo (*Tropaeolum majus*) sobre heridas inducidas, en relación a los controles positivos (Lamoderm, Eterol, Alcohol 40%). Evidenciándose un mayor efecto en el tratamiento con el extracto hidroalcohólico de mastuerzo al 80%, al presentar un menor tiempo de cicatrización y una menor longitud de la cicatriz. Y en los tratamientos con extractos al 20% y 40% se presenta un efecto en menor proporción.
4. Se evidenció mediante el análisis macroscópico y microscópico que el extracto hidroalcohólico de Mastuerzo (*Tropaeolum majus*) a diferentes concentraciones beneficia en mayor medida a la regeneración celular durante la cicatrización, en comparación con los controles positivos (Eterol y Alcohol 40%).

## CAPÍTULO V

### 5. RECOMENDACIONES

1. Se debe realizar el estudio de cicatrización utilizando un vehículo similar al del control positivo, disminuyendo así la posibilidad de errores en los resultados debido este.
2. Es necesario profundizar y realizar más investigaciones sobre el efecto cicatrizante de Mastuerzo (*Tropaeolum majus*) con el objeto de poder obtener un fitofármaco que sea accesible a la población.

## BIBLIOGRAFÍA

**ALONSO, Jorge.** Tratado de fitofármacos y nutraceuticos, Buenos Aires-Argentina. Corpus. 2008, Pp. 80-82; 451-456; 674-678

**ÁLVAREZ, José.** Tanino: La revolución enológica mito o realidad. (Enología), Vol. 2, No. 2. España. Pp. 2-3, Mayo-Junio 2007

**AMAGUAYO, Samantha.** Elaboración de tabletas adelgazantes a partir de tres plantas existentes en la Provincia de Chimborazo a escala piloto. (Tesis). (Bioq Farm). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2013, Pp. 65-71

**ANÁLISIS QUÍMICO DE PLANTAS AROMÁTICAS Y MEDICINALES.** SINAI, Marlene. 2011

<http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrial-de-plantas-aromaticas-y-medicinales/contenidos/material-de-clase/tema12.pdf>

2014/06-29

**ANDRADES, Patricio y otros.** Curación avanzada de heridas. (Revista Chilena de Cirugía), Vol. 56, No. 4. Chile. Pp. 396-397, Junio 2004

**ARIAS, María.** Análisis y comparación de los glucosinolatos presentes en diferentes accesiones de cubio (*Tropaeolum tuberosum*) para evaluar su uso potencial en el control del patógeno de la papa *Spongospora subterránea*. (Tesis) (Mgs). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Química. Bogotá-Colombia. 2011, Pp. 5-9; 13-17.

**ASPECTOS BÁSICOS DE FARMACOGNOSIA.** OSORIO, Edison. 2009

<http://farmacia.udea.edu.co/~ff/Farmacognosia.pdf>

2014/06-29

**AYAMBO, Luis.** Optimización del proceso de extracción etanólica de *Lepidium peruvianum* Chacón, “maca”. (Tesis) (Quim Farm). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela de Farmacia y Bioquímica. Lima-Perú. 2006, Pp. 5-8

**BARAHONA, Viviana.** Evaluación de la Actividad Antioxidante y Valor Nutracéutico de las hojas y frutos de la Guanábana (*Annona muricata*). (Tesis). (Bioq Farm). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2013, Pp. 42-59

**BIOÉTICA EN EXPERIMENTACIÓN ANIMAL.** AGUILAR, Adriá y otros. 2012.

<http://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2011/85719/bioexpani.pdf>

2014/06-29

**BIOLOGÍA DE LA PIEL.** Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. 2009

<http://www.med.unne.edu.ar/catedras/dermato/clases/00109.pdf>

2014/06-29

**CAPUCHINA *Tropaeolum majus* L.** NANZI, Antonio. 2010

<http://lasplantasparalasalud.blogspot.com/2010/10/capuchina-tropaeolum-majus-1.html>

2014/07-14

**CAPUCHINA *Tropaeolum majus* L.** NANZI, Antonio. 1999

<http://www.youblisher.com/p/32615-Capuchina/>

2014/06-26

**CAPUCHINA (*Tropaeolum majus*).** Natureduca. 2011

[http://www.natureduca.com/med\\_espec\\_capuchina.php](http://www.natureduca.com/med_espec_capuchina.php)

2014/07-12

**CAPUCHINA (*Tropaeolum majus*) PRESENTE EN LA CREMA DRODERIN.** VILLA, Miguel. 2011

<http://lasplantasparalasalud.blogspot.com/2010/10/capuchina-tropaeolum-majus-1.html>

2014/07-15

**CARÁCTERÍSTICAS DE LA CAPUCHINA.** Botanical. 2010

<http://www.botanical-online.com/alcaloidescapuchina.htm>

2014/07-15

**CARTAYA, O y otros.** Flavonoides: Características químicas y aplicaciones. (Redalyc), Vol. 22, No. 2. Cuba. Pp. 9-10, Febrero 2001.

**CASTRO, Dagoberto y otros.** Cultivo y producción de plantas aromáticas y medicinales. 2a ed. Antioquia-Colombia. Rionegro. 2013, Pp. 75-80

**CERÓN, Carlos.** Plantas medicinales de los Andes ecuatorianos, Quito-Ecuador. Cinchonia. 2006, Pp. 287- 291

<http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdf/Capitulo%2018.pdf>

2014/06-25

**CICATRIZACIÓN NORMAL Y PATOLÓGICA DE LAS HERIDAS.**

TABOADA, Antonio. 2013

<http://uscmcd.files.wordpress.com/2013/10/cicatrizacion-normal-y-patologica-de-las-heridas.pdf>

2014/06-28

**COMPOSICIÓN DE LA PIEL.** Paragon CET. 2012

[http://www.paragoncet.com/849/Course\\_0500120E.pdf#page=44](http://www.paragoncet.com/849/Course_0500120E.pdf#page=44)

2014/06-29

**COOPERACIÓN TÉCNICA BELGA.** Vademécum farmacoterapéutico del Ecuador. 2a ed. Quito-Ecuador. Salud de altura. 2009, Pp. 263.

**CHILE, Ministerio de Salud.** Manejo y tratamiento de las heridas y ulceras. Debridamiento y manejo de heridas infectadas, Santiago-Chile. 2000, Pp. 19-20

**CUANTIFICACIÓN DE FENOLES Y FLAVONOIDES TOTALES EN EXTRACTOS NATURALES.** GRACIA, Manuel. 2007

[http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2007/56\\_1UAQGarciaNava.pdf](http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2007/56_1UAQGarciaNava.pdf)

2014/06-29

**DANA, Elías., SANZ, Mario.** Localizaciones de especies alóctonas ornamentales asilvestradas en Andalucía. (Bouteloua), Vol. 3, No. 14. España. Pp. 17, Abril 2008.

**DE JESÚS, Rosa.** Bioética animal en Venezuela. (Revista de la Facultad de Farmacia), Vol. 43, No. 5. Venezuela. Pp. 43-44, Junio 2002

**EDIFARM.** Vademécum dermatológico. 3a ed. Quito-Ecuador. Edifarm. 2012, Pp. 68-69

**ENFERMEDADES DE LAS UÑAS.** Medicina interna. 2013

<http://interna19.rssing.com/browser.php?indx=14773076&item=2>

2014/06-30

**ESTRADA, Rosa y otros.** Los flavonoides y el Sistema Nervioso Central. (Salud mental), Vol. 35, No. 5. México. Pp. 337, Septiembre-Octubre 2012

**ETEROL ANTISÉPTICO-CICATRIZANTE.** Life. 2013

[http://www.agrytec.com/pecuario/images/stories/auspiciantes.secundarios/Life/especie\\_peque/eterol.pdf](http://www.agrytec.com/pecuario/images/stories/auspiciantes.secundarios/Life/especie_peque/eterol.pdf)

2014/06-29

**EXTRACTOS VEGETALES EN COSMÉTICA.** DE LA VEGA, Patricia.  
2013

<http://es.scribd.com/doc/140571137/Extractos-Vegetales-en-Cosmetica>

2014/06-28

**FAMILIA TROPAEOLACEAE.** EcuRed. 2012

<http://www.ecured.cu/index.php/Tropaeolaceae>

2014/06-26

**FASES DE LA CICATRIZACIÓN.** Clínica Dr. Arquero. 2013

[http://www.clinicaarquero.com/02\\_cicatriz\\_fases.htm](http://www.clinicaarquero.com/02_cicatriz_fases.htm)

2014/07-09

**FALLER, Adolf,.** (POLLEDO, Ramón. Trad.) Estructura y función del cuerpo humano. 13a ed. Barcelona-España. Paidotribo. 2006, Pp. 86

**FITOFÁRMACOS.** ISMAEL, Miguel. 2008

<http://files.sld.cu/mednat/files/2012/01/fitofarmacos-intervencion-educativa.pdf>

2014/06-25

**FORMACIÓN Y ESTRUCTURA DE LA PIEL.** La piel.com. 2004

[http://www.lapiel.com/frontend/lapiel/noticia.php?id\\_noticia=492](http://www.lapiel.com/frontend/lapiel/noticia.php?id_noticia=492)

2014/06-28

**FUNDACIÓN Dr. JORDI MAS.** Cicatrización de heridas, Barcelona-España.  
Revisat. 2008, Pp. 5-18

[http://web.intercom.es/jorgemas/Libro\\_Sutura.pdf](http://web.intercom.es/jorgemas/Libro_Sutura.pdf)

2014/06-27

**GARCÉS, Luis., GIRALDO, Conrado.** Bioética en la experimentación científica con animales: cuestión de reglamentación o de actitud humana. (Revista Lasallista de Investigación), Vol. 9, No. 1. Colombia. Pp. 159, Enero 2012

**GLUCÓSIDOS.** Asociación Española para la cultura, el arte y la educación. 2014  
[http://www.natureduca.com/med\\_sustanc\\_glucosidos1.php](http://www.natureduca.com/med_sustanc_glucosidos1.php)  
2014/06-30

**GLUCOSINOLATOS.** Binipatia Higienismo. 2013  
<http://www.binipatia.com/glucosinolatos/>  
2014/06-30

**GLUCOSINOLATOS (TIOGLICÓSIDOS).** Cornell University. 2014  
<http://www.ansci.cornell.edu/plants/toxicagents/glucosin.html>  
2014/06-30

**GRUPO OCÉANO.** Diccionario de Medicina. 4a ed. Barcelona-España. Océano Mosby. 2004, Pp. 1009-1010

**GUALAVISÍ, Lilián.** Creación e introducción del manejo de la historia clínica, el parte diario y el concentrado mensual de Medicina Tradicional Andina, en un servicio de salud del Ministerio de Salud Pública. (Tesis). (Msc. en Salud Pública) Universidad San Francisco de Quito, Facultad de Salud Pública. Quito-Ecuador. 2008, Pp. 6-9; 25-27

**HERIDAS.** RODRIGUEZ, Francisco., BECERRA, Javier. 2013  
<http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Manual%20de%20urgencias%20y%20Emergencias/heridas.pdf>  
2014/06-30

**HERNANDEZ, Luis.** Determinación del potencial nutracéutico y la actividad antioxidante de la miel propolizada elaborada por la Empresa Apicare, Riobamba-

Chimborazo. (Tesis) (Bioq Farm). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2013, Pp. 68-70.

**JIMENEZ, César.** Curación avanzada de heridas. (Revista Colombiana de Cirugía), Vol. 23, No. 3. Colombia. Pp. 148-149, Julio-Septiembre 2008

**LA CICATRIZACIÓN.** Hartmann. 1999

<http://www.ulceras.net/monograficos/cicatrizacion.htm#fase1>

2014/06-27

**LA MEJOR CREMA CICATRIZANTE.** Salud y bienestar. 2013

<http://lasaludi.info/la-mejor-crema-cicatrizante-eliminacion.html>

2014/06-30

**MASTUERZO *Tropaeolum majus*.** Perú ecológico. 2000

[http://www.peruecologico.com.pe/flo\\_mastuerzo\\_1.htm](http://www.peruecologico.com.pe/flo_mastuerzo_1.htm)

2014/06-27

**MASTUERZO *Tropaeolum majus*.** Vivero Chaclacayo. 2010

<http://www.viverochaclacayo.com.pe/mastuerzo-tropaeolum-majus-82-general.html>

2014/06-27

**MÉTODOS FÍSICOS DE SEPARACIÓN Y PURIFICACION.** Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. 2011

<http://utnenologia.com.ar/wp-content/uploads/2011/08/Apuntes-de-Laboratorio.pdf>

2014/06-28

**MEDICINA ALTERNATIVA.** CARDOSO, Freddy. 2014

[www.medicinaalternativa.ec](http://www.medicinaalternativa.ec)

2014/06-27

**MORALES, Patricia.** Vegetales silvestres de uso alimentario: Determinación de compuestos bioactivos y valoración de la capacidad antioxidante. (Tesis) (Dr). Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Farmacia, Departamento de Nutrición y Bromatología. Madrid-España. 2011, Pp. 124-127

**MUÑOZ, Marisol.** Evaluación de la actividad antiinflamatoria de extractos de Santa maría (*Piper peltatum*) mediante el test de edema inducido en ratas (*Rattus norvegicus*). (Tesis) (Bioq Farm). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2014, Pp. 37-40

**ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** Manual de Fitoterapia, Lima-Perú. 2001, Pp. 376-378

**OROZCO, Mayra.** Evaluación de la actividad cicatrizante de un gel elaborado a base de los extractos de Molle (*Schinus molle*), Cola de caballo (*Equisetum arvense L.*), Linaza (*Linum usitatissimum L.*) en ratones (*Mus musculus*). (Tesis) (Bioq Farm) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2013, Pp. 16-20

**ORUÑA, Loida y otros.** Efecto del ácido hialurónico en la cicatrización de heridas. (CENIC Ciencias Bilógicas), Vol. 34, No. 2. Cuba. Pp. 73-74, Enero 2013

**PABÓN, Martha., OSSA, Jorge.** Bioquímica, nutrición y alimentación de la vaca, Medellín-Colombia. Biogénesis. 2010, Pp. 163-164

**PACHECO, David.** Manual del Residente Quirúrgico, Madrid-España. Díaz de Santos. 1998, Pp. 172-173

**PALASTANGA, Niguel y otros**, (GONZÁLES DEL CAMPO, Pedro. Trad.). Anatomía y movimiento humano estructura y funcionamiento. 3a ed. Barcelona-España. Paidotribo. 2000, Pp 36-39

**PALOMO, Patricia., REVUELTA, Enrique.** Fitoterapia Básica y Podológica. (Revista Internacional de Ciencias Podológicas), Vol. 6, No. 1. España. Pp.40-41, Febrero 2012

**PALOMINO, G y otros.** Determinación del contenido de fenoles y evaluación de la actividad antioxidante de propóleos recolectados en el departamento de Antioquia. (Revista de la Facultad de Química Farmacéutica), Vol. 16, No. 3. Colombia. Pp. 1-8, Septiembre-Diciembre 2009

**PERALTA, N.** Manual práctico para el uso de ratas en el laboratorio del Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana. (Tesis) (Dr.) Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz-México. 2013, Pp. 6-8

**PERÚ, Ministerio de Salud.** Guía de manejo y cuidado de animales de laboratorio: Ratón, Lima-Perú. 2008, Pp. 23-32

**PROCONVET.** Vademécum línea equina. 2a ed. Bogotá-Colombia. Proconvet. 2012, Pp. 8

**QUESADA, Alonso.** Las plantas medicinales. (Biocenosis), Vol. 21, No. 1. Costa Rica. Pp. 21-22, Noviembre 2008

**QUIROZ, Ruth.** Evaluación de la actividad cicatrizante de un gel elaborado a base de los extractos de Nogal (*Juglans neotropica Diels*), Ortiga (*Urtica dioica L.*) y Sábila (*Aloe vera*) en ratones (*Mus musculus*). (Tesis) (Bioq Farm). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2013, Pp. 32-33

**RATONES COMO MASCOTAS.** MEDINA, Pedro. 2013

<http://ratones-mascotas.pedromedina.name/ratonFicha.html>

2014/06/-30

**REDROBÁN, Karina.** Comprobación del efecto cicatrizante de los extractos hidroalcohólicos de Berro (*Nasturtium officinale*) y Llantén (*Plantago major*) en ratones (*Mus musculus*). (Tesis) (Bioq Farm). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2012. Pp. 30-32

**REMEDIOS CASEROS CICATRIZANTES.** Innatia. 2014

<http://remedios.innatia.com/c-plantas-cicatrizantes/a-caseros-cicatrizantes.html>

2014/06-28

**RESTREPO, Juan.** Instrumentos de monitorización clínica y medida de la cicatrización en úlceras por presión (UPP) y úlceras de la extremidad inferior (UEI). Desarrollo y validación de un índice de medida. (Tesis) (Dr.) Universidad de Alicante, Departamento de Enfermería Comunitaria, Medicina Preventiva, Salud Pública e Historia de la ciencia. Alicante-España. 2010, Pp. 61-78

**RIOFRÍO, Katty.** Evaluación del efecto ansiolítico del extracto hidroalcohólico de flor de Taxo (*Passiflora tripartita* var. Mollissima) en ratones (*Mus musculus*). (Tesis) (Bioq Farm). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2014, Pp. 27-29

**ROBBINS, Stanley., COTRAN, Ramzi.** Patología estructural y funcional. 8a ed. Barcelona-España. Elsevier. 2008. Pp. 1166-1167

**ROZMAN, C., FARRERAS, P.** Medicina Interna. 14a ed. Barcelona-España. Elsevier. 1996, Pp. 1521-1527

**SANABRIA, Antonio y otros.** Estudio fitoquímico preliminar y letalidad sobre *Artemia salina* de plantas colombianas. (Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas), Vol. 1, No. 26. Colombia. Pp. 18, Enero 1997

**SALEM, Christian y otros.** Heridas: Conceptos generales. (Cuadernos de Cirugía), Vol. 14, No. 1. Chile. Pp. 90-99, Diciembre 2000

**SÁNCHEZ, Pedro y otros.** Las plantas silvestres. Los remedios históricos dermatológicos. (Medicina cutánea Ibero-Latino-Americana), Vol. 31, No. 5. España. Pp. 339, marzo 2003

**SHAPARIN, Nicolai.** Fundamentos de tecnología de productos Fitoterapéuticos, Bogotá-Colombia. Riprofito. 2000, Pp. 40-50

**TANINOS.** Botanical. 2010

<http://www.botanical-online.com/medicinalestaninos.htm>

2014/06-29

**TOVAR, Ricardo.** Cicatrización por primera intención postodontectomia del tercer molar inferior retenido estudio comparativo entre dos tipos de insición. (Tesis) (Dr) Universidad Central de Venezuela, Facultad de Odontología, Escuela de Odontología. Caracas-Venezuela. 2003, Pp. 23-28

**TRAUMATISMOS MECÁNICOS ABIERTOS: LAS HERIDAS.** GARCÍA, Alonso.

<http://www.oc.lm.ehu.es/Fundamentos/patologia/Apoyo/cap%206%20Heridas.pdf>

2014/06-28

***Tropaeolum majus.*** Plantas y flores. 2009

<http://plantayflor.blogspot.com/2009/04/tropaeolum-majus.html>

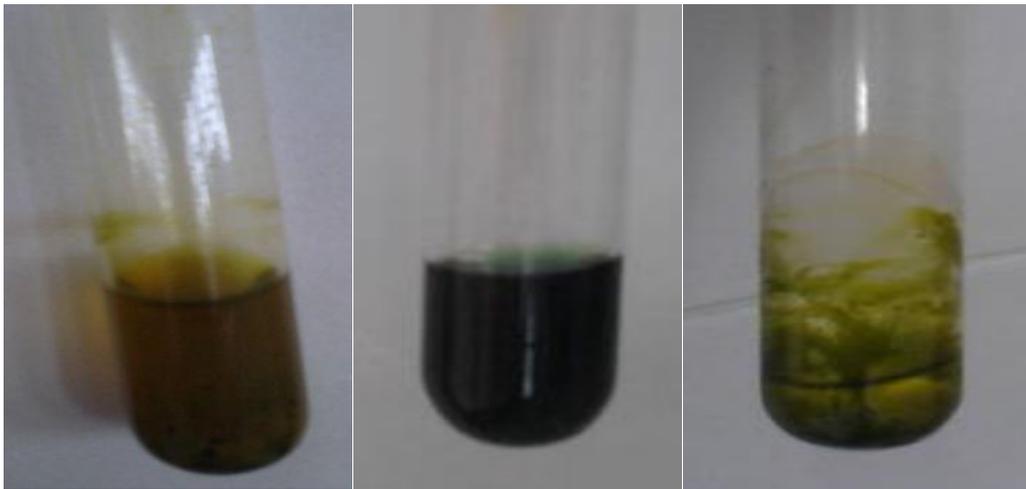
2014/06-25

**VALENCIA, Carlos.** Cicatrización: Proceso de reparación tisular. Aproximaciones terapéuticas. (Investigaciones Andina), Vol. 12, No. 20. Colombia. Pp. 85-98, Febrero 2010.

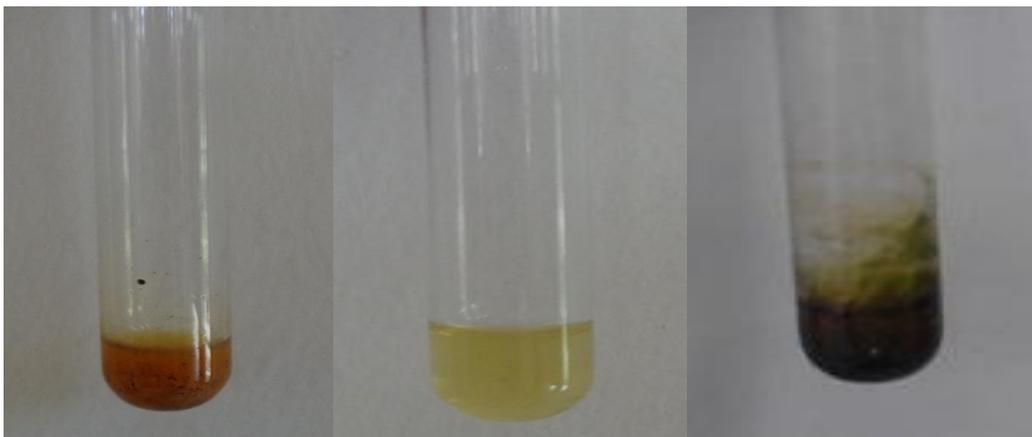
## CAPÍTULO VI

### 6. ANEXOS

#### ANEXO No. 1. TAMIZAJE FITOQUÍMICO EXTRACTO ETÉREO

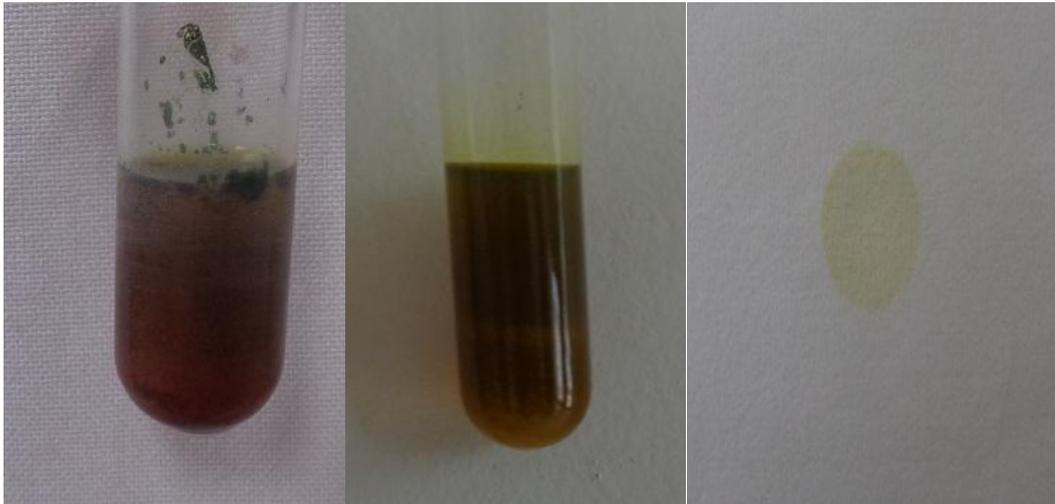


FOTOGRAFÍA No. 1. ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS  
DRAGENDORFF, BALJET, LIEBERMAN-BUCHARD,

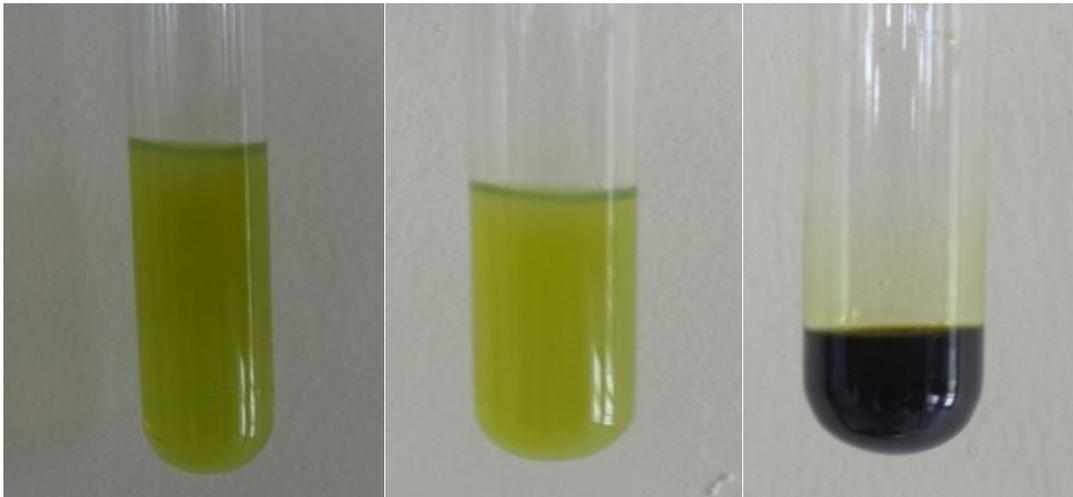


FOTOGRAFÍA No. 2. ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS  
WAGNER, MAYER, SUDAN III.

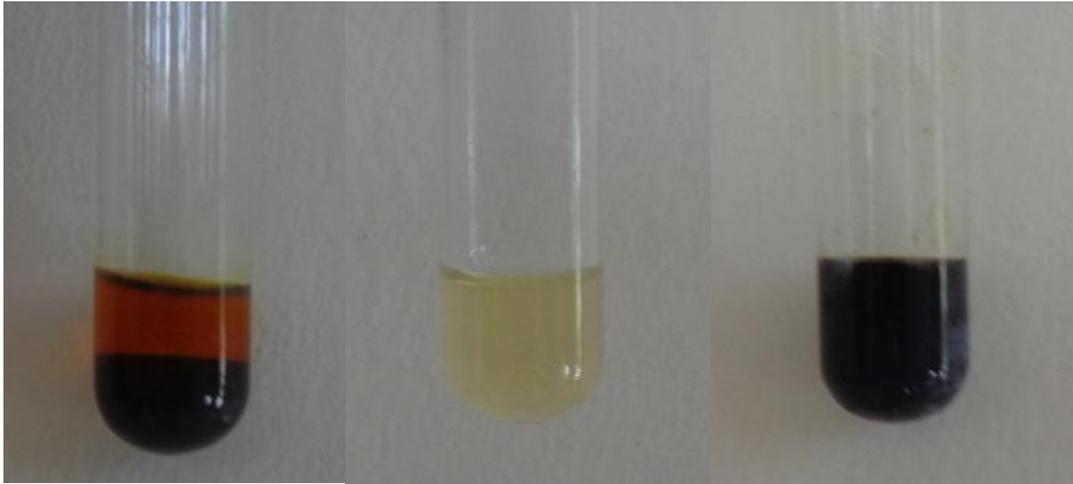
**ANEXO No. 2. TAMIZAJE FITOQUÍMICO EXTRACTO ALCOHÓLICO**



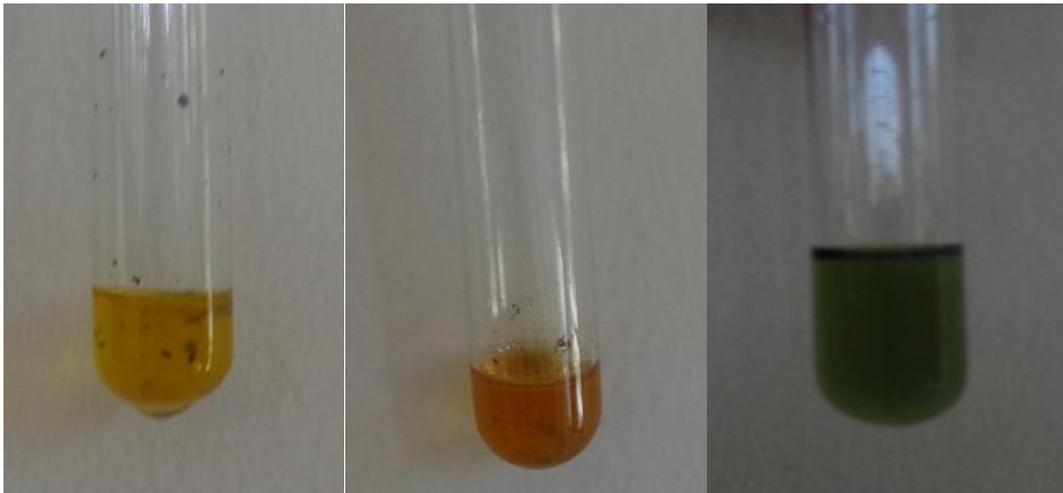
**FOTOGRAFÍA No. 3. ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS FEHLING, BALJET, CATEQUINAS.**



**FOTOGRAFÍA No. 4. ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS RESINAS, SAPONINA, FeCl<sub>3</sub>.**

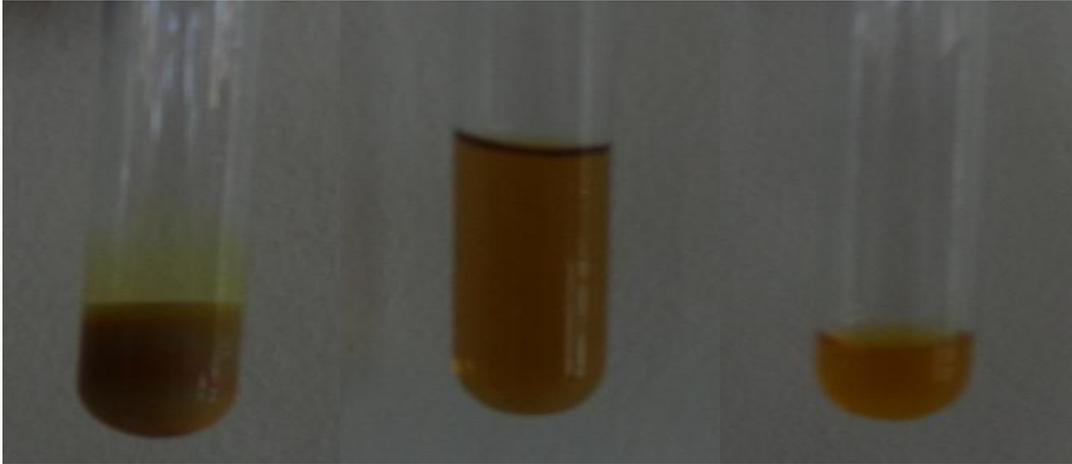


**FOTOGRAFÍA No. 5. ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS BORNTRAGER, LIEBERMAN-BUCHARD, MAYER.**

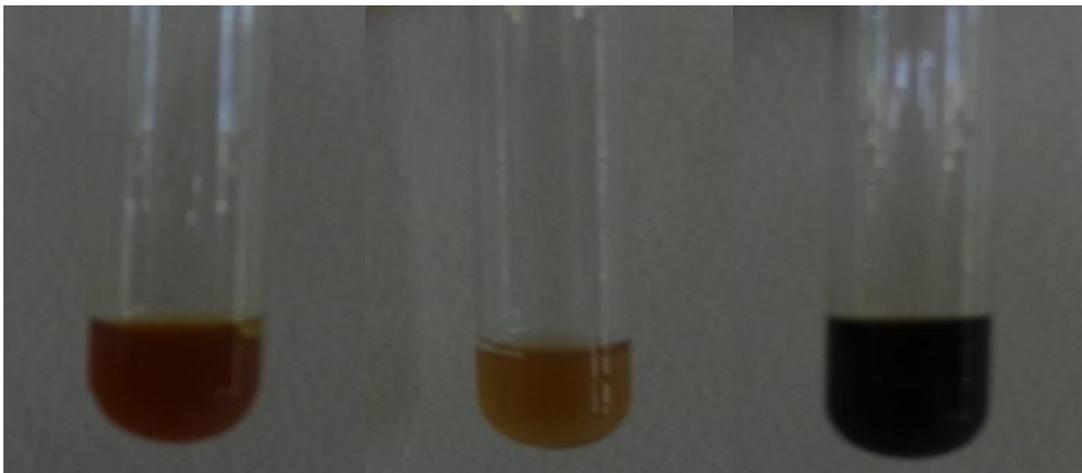


**FOTOGRAFÍA No. 6. ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS DRAGENDORFF, WAGNER, SHINODA.**

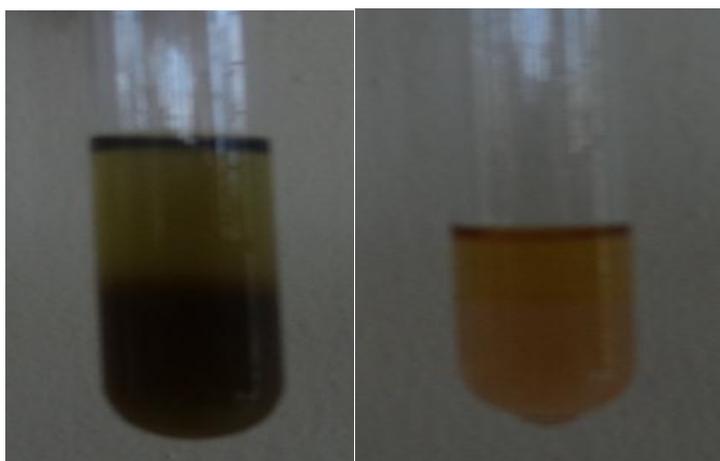
**ANEXO No. 3. TAMIZAJE FITOQUÍMICO EXTRACTO ACUOSO**



**FOTOGRAFÍA No. 7. ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS  
FEHLING, SAPONINA, DRAGENDORFF**



**FOTOGRAFÍA No. 8. ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS  
MAYER, WAGNER, FeCl<sub>3</sub>.**



**FOTOGRAFÍA No. 9. ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS ANTOCIANIDINAS, SHINODA.**

**ANEXO No. 4. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO**



**FOTOGRAFÍA No. 10. EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*)**



**FOTOGRAFÍA No. 11. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO: INDICE DE REFRACCIÓN, pH.**



**FOTOGRAFÍA No. 12. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO: DENSIDAD, SÓLIDOS TOTALES.**

**ANEXO No. 5. CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA.**



**FOTOGRAFÍA No. 13. PREPARACIÓN DE LAS PLACAS**

**ANEXO No.6. CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y FLAVONOIDES TOTALES.**



**FOTOGRAFÍA No. 14. REACTIVOS Y MATERIALES UTILIZADOS EN LA CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS**



**FOTOGRAFÍA No. 15. ESPECTROFOTOMETRO UTILIZADO PARA LA CUANTIFICACIÓN**



**FOTOGRAFÍA No. 16. CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS**



**FOTOGRAFÍA No. 17. REACTIVOS Y MATERIALES UTILIZADOS EN LA CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES TOTALES**



**FOTOGRAFÍA No. 18. CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES TOTALES**

**ANEXO No. 7. OBTENCIÓN DE EXTRACTOS A DIFERENTES CONCENTRACIONES**



**FOTOGRAFÍA No. 19. DILUSIONES DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO AL 20%, 40% Y 80%**



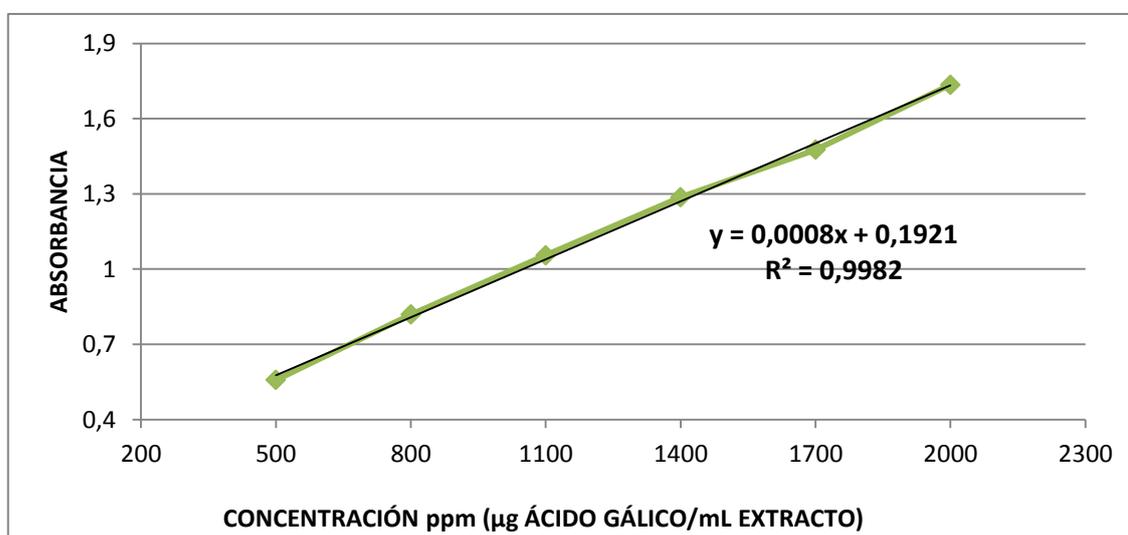
**FOTOGRAFÍA No. 20. EXTRACTOS 20%, 40% Y 80% UTILIZADOS PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO CICATRIZANTE.**

**ANEXO No. 8. CURVA DE CALIBRACIÓN DE ACIDO GÁLICO USADO COMO PATRÓN EN LA CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS.**

**CUADRO No. 11. CURVA DE CALIBRACIÓN PARA LA CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES USANDO COMO PATRÓN ÁCIDO GÁLICO A DIFERENTES CONCENTRACIONES. LABORATORIO DE QUÍMICA INSTRUMENTAL. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. ABRIL 2014.**

CONCENTRACIÓN (ppm)	ABSORBANCIAS (765 nm)
500	0,558
800	0,819
1 100	1,055
1 400	1,287
1 700	1,476
2 000	1,735

FUENTE: CABEZAS, G. 2014



**GRÁFICO No. 7. CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES. CURVA DE ABSORBANCIA VS CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO GÁLICO EN CONCENTRACIONES DE 500; 800; 1,100; 1,400; 1,700 Y 2,000 PPM. LABORATORIO DE QUÍMICA INSTRUMENTAL. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. ABRIL 2014.**

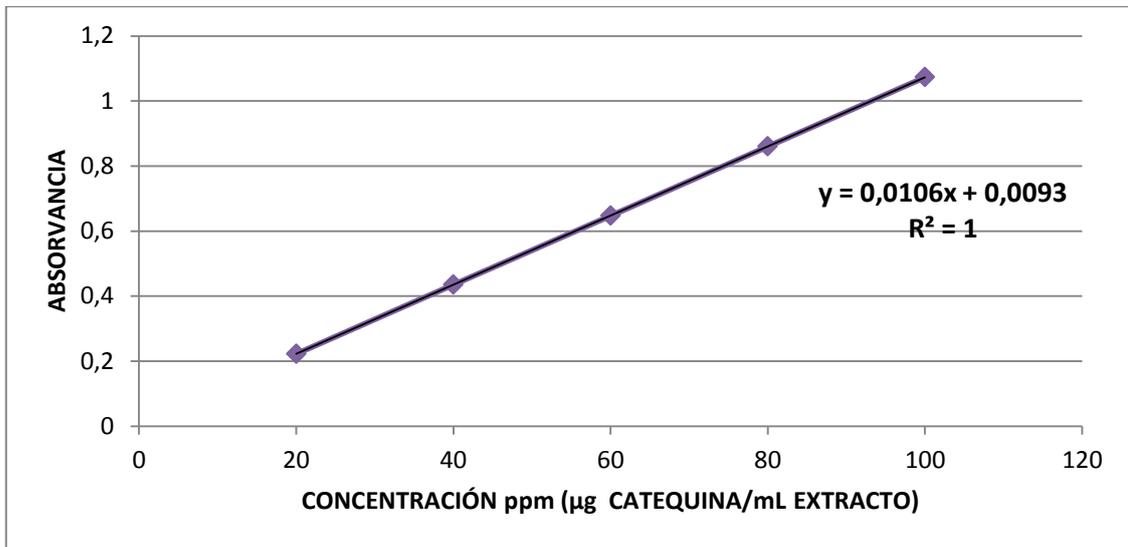
**ANEXO No. 9. CURVA DE CALIBRACIÓN DE CATEQUINA USADO COMO PATRÓN EN LA CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES TOTALES.**

**CUADRO No. 12. CURVA DE CALIBRACIÓN DE CATEQUINA USADO COMO PATRÓN EN LA CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES TOTALES. LABORATORIO DE QUÍMICA INSTRUMENTAL. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. ABRIL 2014.**

CONCENTRACIÓN (ppm)	ABSORBANCIAS (510 nm)
20	0,222
40	0,435
60	0,647

80	0,860
100	1,073

FUENTE: CABEZAS, G. 2014



**GRÁFICO No. 8** CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES TOTALES. CURVA ABSORVANCIA VS. CONCENTRACIÓN DE CATEQUINA A CONCENTRACIONES DE 20, 40, 60, 80 Y 100 PPM. LABORATORIO DE QUÍMICA INSTRUMENTAL. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. ABRIL 2014.

**ANEXO No. 10. EVALUACIÓN DEL EFECTO CICATRIZANTE DE MASTUERZO (*Tropaeolum majus*)**



**FOTOGRAFÍA No. 21.** ACONDICIONAMIENTO DE LOS REACTIVOS BIOLÓGICOS



**FOTOGRAFÍA No. 22. EXTRACTOS PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO. RATONES DEPILADOS PREVIA INDUCCIÓN DE HERIDAS**



**FOTOGRAFÍA No. 23. INDUCCIÓN DE HERIDAS Y APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS: EXTRACTO 20%**



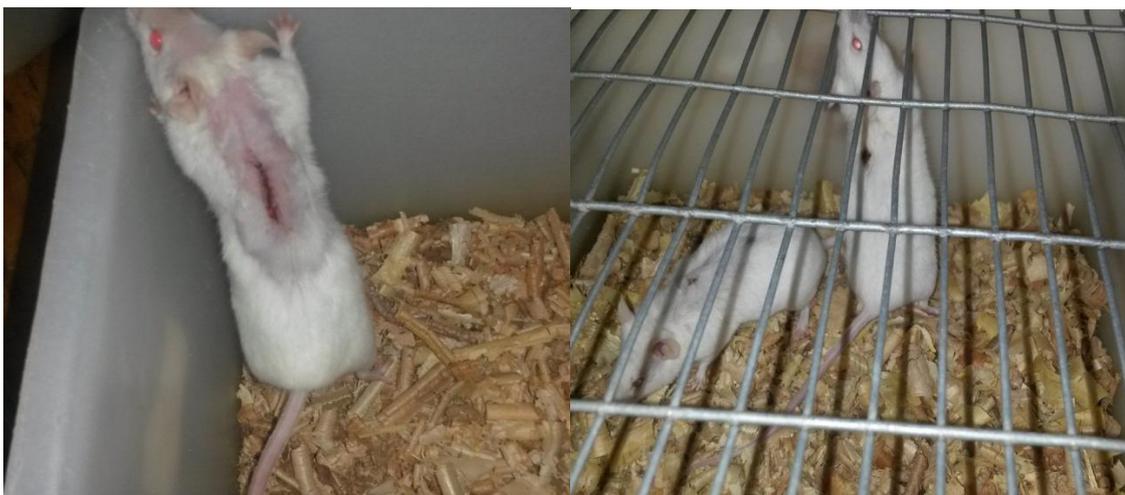
**FOTOGRAFÍA No. 24. APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS EXTRACTOS 40% Y 80%**



**FOTOGRAFÍA No. 25. APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS. CONTROL POSITIVO ANIMALES TRATADOS CON LAMODERM**



**FOTOGRAFÍA No. 26. APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS. CONTROL POSITIVO ANIMALES TRATADOS CON ETEROL**



**FOTOGRAFÍA No. 27. CIERRE DE LAS HERIDAS CON APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS**



**FOTOGRAFÍA No. 28. CICATRIZACIÓN DE LAS HERIDAS CON APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS**

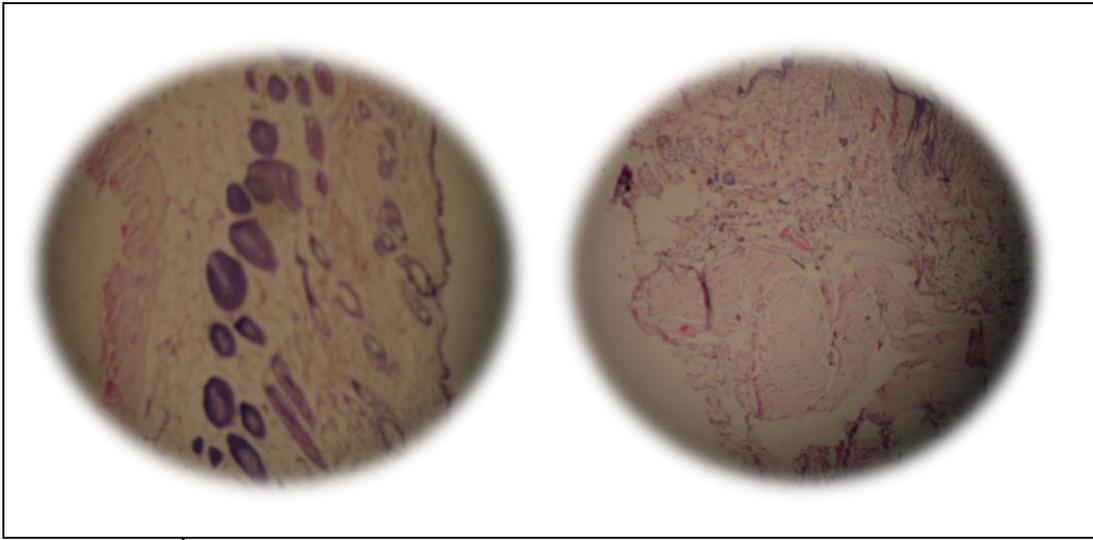


**FOTOGRAFÍA No. 29. DISMINUCIÓN DE LA LONGITUD DE LAS CICATRICES**

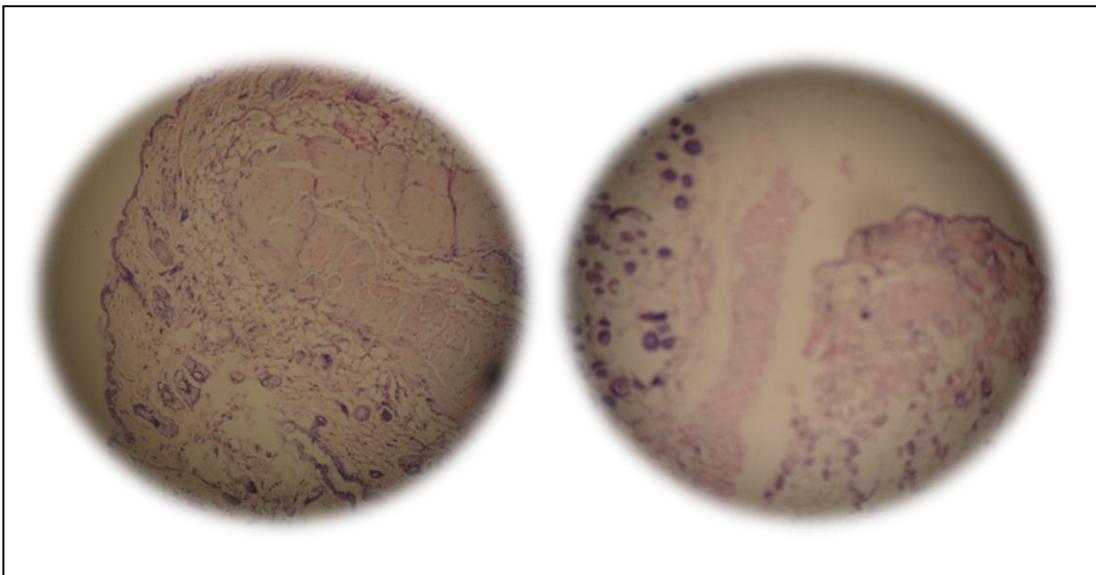
**ANEXO No. 11. EXAMEN HISTOPATOLÓGICO DE PIELES DE LOS ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN**



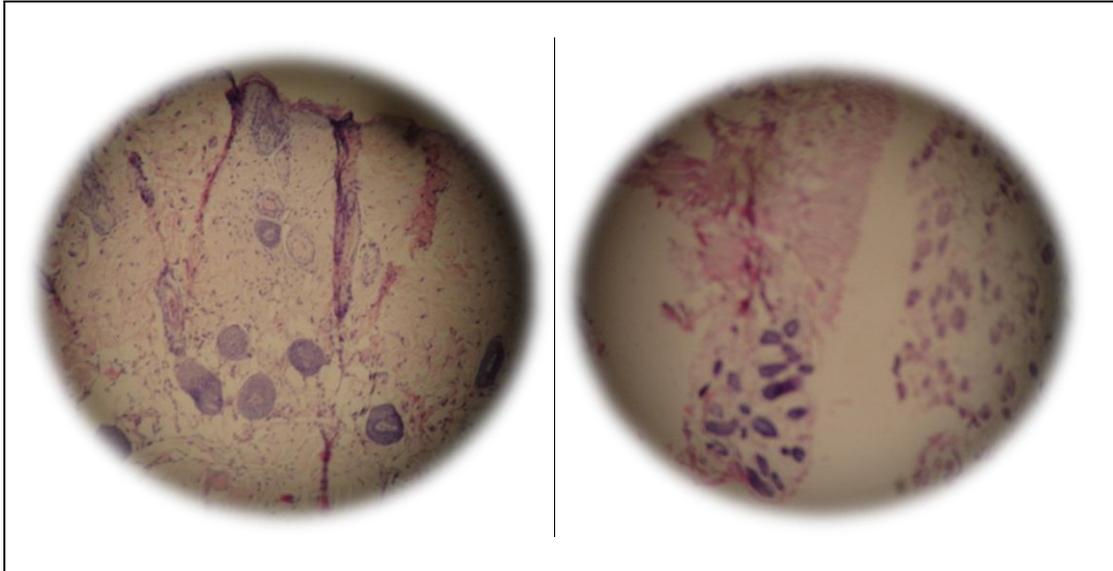
**FOTOGRAFÍA No. 30. MUESTRAS DE PIEL CONSERVADAS EN FORMOL AL 10%**



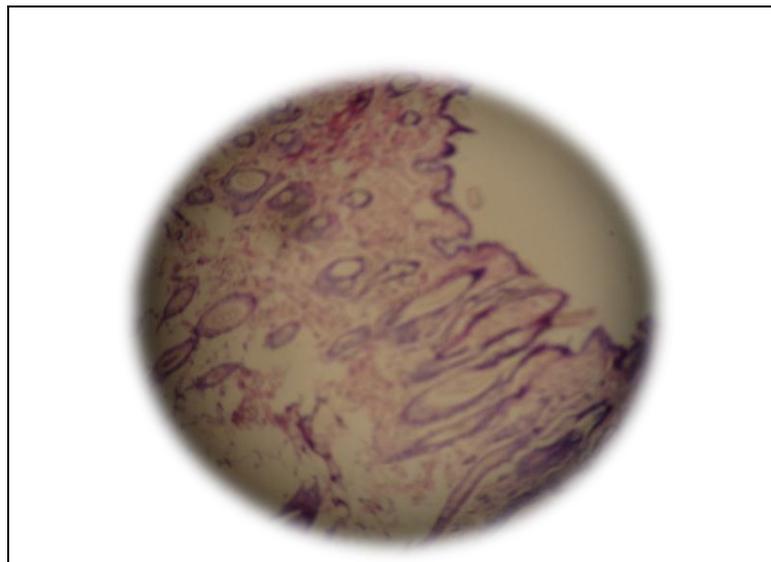
**FOTOGRAFIA No. 31. PIELES OBSERVADAS AL MICROSCOPIO CON EXTRACTO 20% Y 40%**



**FOTOGRAFÍA No. 32. PIELES OBSERVADAS AL MICROSCOPIO CON EXTRACTO 80% Y ETEROL**



**FOTOGRAFÍA No. 33. PIELES OBSERVADAS AL MICROSCOPIO CON ALCOHOL 40% Y LAMODERM**



**FOTOGRAFÍA No. 34. PIEL SIN TRATAMIENTO OBSERVADA AL MICROSCOPIO**

**ANEXO No. 12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS OBTENIDOS DEL EFECTO CICATRIZANTE.**

**CUADRO No. 13. ANOVA DE LOS DÍAS DE CICATRIZACIÓN**

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>
Entre grupos	66	6	11	33	1,75055E-07
Dentro de los grupos	4,666666667	14	0,333333333		
Total	70,66666667	20			

**CUADRO No. 14. ANOVA DE LA LONGITUD FINAL DE LAS CICATRICES**

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>
Entre grupos	0,452380952	6	0,075396825	17,59259259	8,758E-06
Dentro de los grupos	0,06	14	0,004285714		
Total	0,512380952	20			