



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTUDIO ANATÓMICO Y FARMACOLÓGICO DEL
RIZOMA DE *Dorstenia drakena*, L. (MORACEAE)**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

MÓNICA GABRIELA MÉNDEZ MARTÍNEZ



**DIRECTORA DE TESIS:
DRA. ALICIA ENRIQUETA BRECHÚ FRANCO**

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de datos del Jurado

Datos del alumno:

1. Méndez
Martínez
Mónica Gabriela
53 61 66 05
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
099217958

Datos Del Tutor:

2. Dra
Alicia Enriqueta
Brechú
Franco

Datos del Sinodal 1:

3. Dr
Guillermo
Laguna
Hernández

Datos Del Sinodal 2:

4. M en C
Calixto
León
Gómez

Datos Del Snodal 3:

5. M en C
Rosenda Margarita
Ponce
Salazar

Datos Del Sinodal 4:

6. MVZ
Benjamin Herminio
León
Mancilla

Datos del Trabajo Escrito:

7. Estudio Anatómico y Farmacológico de *Dorstenia drakena*, L.
(MORACEAE)
95 p.
2009

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Dra. Alicia Enriqueta Brechú Franco la dirección de la Tesis, su apoyo y amistad.

Un reconocimiento al Dr. Wintergerst por creer en este proyecto, por su asesoría y colaboración en el mismo.

Agradezco al Dr. Eduardo E. Montalvo Javé por su colaboración. Agradezco también el apoyo Técnico al M.V.Z. Benjamín León Mancilla y a la Enfermera Carolina O. Baños Galeana del Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, UNAM.

Al Dr. Andrés Castell por la asesoría en la interpretación de los cortes del tejido cicatrizal. Facultad de Medicina, UNAM

A Sr. Gabriel Heredia Cortés y a la Sra. Juanita Bello Flores habitantes de Xochipala, Gro. Por su amable acogida e información sobre la planta, la forma de prepara la pomada y su uso, asimismo agradezco la Información Etnobotánica sobre la planta al M. en C. Armando Gómez Campos, Facultad de Ciencias, UNAM.

A la MFP Ana Isabel Bieler Antolín por su paciencia, toma de fotografías y fotomicrografías. Laboratorio de Microcine, Facultad de Ciencias, UNAM.

Al Ing. Miramontes, Laboratorio de Suelos, UAM Xochimilco por permitir utilizar las instalaciones de la Universidad para hacer los análisis de suelo.

Un reconocimiento a Agustín Quiróz por la asesoría en la interpretación de resultados del análisis de suelo.

A la M. en C. Margarita Ponce Salazar y al Dr. Guillermo Laguna Hernández por la asesoría en la ejecución e interpretación de tinciones.

Agradezco la revisión y los comentarios del jurado Integrado por:

Dr. Guillermo Laguna Hernández

Dra. Alicia Enriqueta Brechú Franco

Dr. Calixto León Gómez

M. en C. Margarita Ponce Salazar

M. V. Z. Benjamín Herminio León Mancilla

A Margarita Ponce por su asesoría en la revisión anatómica de los cortes del rizoma; al igual que el Dr. Guillermo Laguna

A Calixto León Gómez por su asesoría para la realización de este proyecto, su amistad y consejos.

A mi Madre por su amor incondicional, apoyo y aliento para seguir en mi superación personal y académica. Por ser un ejemplo de esfuerzo continuo y de lucha constante ante la Vida.

A mi Padre por ser un pilar y por todo su apoyo.

A mis Hermanos Eduardo y Jesús por ser ejemplos a seguir, por su cariño y palabras de aliento.

A Néstor por su infinito apoyo, palabras de aliento y amor incondicional, que fueron para mí un aliciente para seguir adelante. Por todos los momentos divertidos y aquellos que no lo fueron tanto, por ayudarme a encontrar la fuerza para seguir, porque sin duda alguna hizo este camino menos adverso.

A mi Amiga Diana Andrea por hacer este camino agradable, por compartir múltiples experiencias de trabajo y estar a mi lado constantemente.

*Hay una fuerza motriz más poderosa
que el vapor, la electricidad
y la energía atómica; la voluntad*

Albert Einstein

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES	6
2.1. Piel	6
2.1.1. Epidermis	7
2.1.2. Dermis	8
2.1.3. Hipodermis	9
2.2. Clasificación de las heridas	9
2.3. Cicatrización	10
2.3.1. Hemostasis e Inflamación	11
2.3.2. Proliferación	13
2.3.3. Síntesis de la matriz	13
2.4. Tipos de cicatrización	14
3. Características Anatómicas del órgano de la Planta	14
3.1. Rizoma	14
3.2. Crecimiento Secundario	14
4. Familia Moraceae	15
4.1. Características Botánicas	15
4.1.1. Género <i>Dorstenia</i>	16
4.1.2. Clasificación Taxonómica de <i>Dorstenia drakena</i>	16
4.1.3. Descripción botánica de <i>Dorstenia drakena</i>	16
4.2. Fitoquímica	17
4.2.1. Furanocumarinas	18
4.2.2. Efectos biológicos de las furanocumarinas	19
4.2.3. Aplicaciones de las furanocumarinas	20
4.3. Farmacología	21
4.4. Usos y modo de empleo del rizoma de <i>Dorstenia drakena</i>	21
4.4.1. Información etnobotánica	22
5. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	24
6. MATERIAL Y MÉTODOS	25
6.1. Características Edáficas del sitio de colecta	25
6.2. Fecha y sitio de colecta	26
6.3. Estudio Farmacológico	27
6.4. Estudio Anatómico	29
6.4.1. Elaboración de Cortes	29
6.5. Análisis de algunas propiedades físicas y químicas del suelo	30
7. RESULTADOS	31
7.1. Distribución geográfica en México de <i>Dorstenia drakena</i> con base en ejemplares de Herbario	31

7.2. Estudio Farmacológico	34
7.2.1. Discusión	48
7.3. Estudio Anatómico del rizoma de <i>Dorstenia drakena</i>	53
7.3.1. Discusión	59
7.4. Análisis de algunas propiedades físicas y químicas del suelo	62
7.4.1. Discusión	66
8. DISCUSIÓN GENERAL	69
9. CONCLUSIONES	76
10. REFERENCIAS	78
11. ANEXOS	86

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

FIG. 1. La Piel	7
FIG. 2. Fases sucesivas de la cicatrización	11
FIG. 3. Estructura química de los metabolitos secundarios del rizoma de <i>Dorstenia drakena</i>	18
FIG. 4. Mapa del Sitios de Colecta	26
FIG. 5. Mapa de Distribución de <i>Dorstenia drakena</i>	33
FIG. 6. Representación porcentual de la frecuencia de ejemplares encontrados en los diferentes estados del país	33
FIG. 7. Cicatriz a los 15 días de tratamiento en todos los grupos	35
FIG. 8. Evolución del cierre de la herida de todos los grupos	36
FIG. 9. Cicatriz a los 30 días de tratamiento en todos los grupos	37
FIG. 10. Fotomicrografías de tejido cicatrizal con 15 días de evolución de todos los grupos	39
FIG. 11. Fotomicrografías de tejido cicatrizal con 30 días de evolución de todos los grupos	41
FIG. 12. Fotomicrografía de las células inflamatorias del tejido cicatrizal	42
FIG. 13. Densidad poblacional de fibroblastos	43
FIG. 14. Comportamiento poblacional de Linfocitos	44
FIG. 15. Población celular de Neutrófilos	45
FIG. 16. Densidad poblacional de Macrófagos	46
FIG. 17. Tamaño global de la cicatriz	47
FIG. 18. Características morfológicas del rizoma e inflorescencia de <i>Dorstenia drakena</i>	54
FIG. 19. Fotomicrografías del rizoma de <i>Dorstenia drakena</i>	57
FIG. 20. Fotomicrografías del rizoma de <i>Dorstenia drakena</i>	58
FIG. 21. Valores de tres variables	63
FIG. 22. Valores de pH, calcio total y magnesio total	63
FIG. 23. Valores de sodio total y potasio total	64
FIG. 24. Valores de Nitrógeno inorgánico total y fósforo total	64
CUADRO 1. Ingredientes del remedio popular utilizado en Xochipala	23
CUADRO 2. Tratamientos aplicados en Ratas Wistar	27
CUADRO 3. Valores de F y N.S. de la cantidad de Fibroblastos	43
CUADRO 4. Valores de F y N.S. de la cantidad de Linfocitos	44
CUADRO 5. Valores de F. y N.S. de la cantidad de Neutrófilos	45
CUADRO 6. Resultados de la prueba estadística de Anova de la cantidad de Macrófagos	46
CUADRO 7. Parámetros estadísticos de los vasos y fibras de <i>Dorstenia drakena</i>	56
CUADRO 8. Valores de algunos análisis físicos y químicos obtenidos de las muestras del pozo	62

RESUMEN

Dorstenia drakena (Moraceae) conocida como Gallito, es una planta herbácea de 30cm, cuyo rizoma se utiliza en la medicina tradicional mexicana para el tratamiento de heridas superficiales. La evaluación de su efecto y el reconocimiento anatómico de la parte de la planta utilizada como medicinal, son parámetros de autenticación de gran importancia para la farmacopea, para el desarrollo de futuros medicamentos seguros y eficaces. A su vez, se requiere conocer las condiciones ambientales en las que se desarrolla la planta para un futuro estudio de propagación. Se evaluó el efecto cicatrizante del rizoma de *D. drakena*, se realizó el estudio anatómico del órgano vegetal y se analizaron algunas propiedades físicas y químicas del suelo en donde se desarrolla la planta.

Para comprobar el efecto cicatrizante se realizó una incisión transversal de 2.5cm de longitud, en la piel del dorso de ratas macho Wistar de 200 a 250grs de peso. La incisión no se suturó y se aplicaron cada día uno de los cuatro siguientes tratamientos: 0.35grs de pomada elaborada con 100grs de rizoma molido de *D. drakena*, pomada sin rizoma, pomada del fármaco Recoverón y Vaselina y se midió diariamente la apertura de la herida. Se analizaron bajo microscopio óptico cortes en parafina, teñidos con Masson, del tejido cicatrizal muestreado a los 15 y 30 días de tratamiento. No se presentó infección en ninguna herida. La cicatriz de los animales tratados con pomada de rizoma de Gallito, fue menos visible respecto a los otros tratamientos y presentó mayor cantidad de fibroblastos y linfocitos.

La anatomía del rizoma mostró un parénquima de almacenamiento en médula y córtex, conteniendo almidón (Lugol); un anillo discontinuo de haces vasculares abiertos; laticíferos no articulados en parénquima del córtex; tricomas simples y glandulares en epidermis; y taninos condensados (Vainillina).

La evaluación de algunos parámetros del suelo de la localidad mostró un pH neutro, favorable para el desarrollo vegetal; gran acumulación de materia orgánica, que retiene agua y mejora la fertilidad, y altas concentraciones de calcio, por lo que se propone que *D. drakena* sea una planta calcícola.

1. INTRODUCCIÓN

La terapéutica con plantas ha sido empleada desde tiempos inmemoriales y en México ha constituido la base de la prevención y curación de la mayoría de las enfermedades más frecuentes.

Con el progreso de la industria química farmacéutica y el incremento en la síntesis de nuevos productos, disminuyó el interés científico por la flora utilizada en medicina tradicional, debido a que la nueva concepción posrevolucionaria de la terapéutica médica se basó en el consumo de principios activos sintetizados en laboratorios farmacéuticos. Sin embargo, en las últimas décadas del siglo pasado, ante la necesidad de mejores recursos terapéuticos ha surgido la demanda popular por el uso de plantas medicinales (Lozoya, 1994).

Un daño frecuente que altera la salud son las heridas de la piel ocasionadas por causas diversas, las cuales pueden ser desde muy leves hasta severas que pongan en peligro la vida.

La piel es el órgano más extenso del cuerpo y posee poca capacidad de regeneración por lo que la cantidad de tejido lesionado es sustituido por tejido cicatrizal. Así, a lo largo de la historia se han empleado materiales que ayudan en su reparación.

A pesar de que existen en el mercado diversos medicamentos cicatrizantes, gran parte de la población mexicana tanto de zonas rurales como urbanas, utiliza plantas como remedio para heridas.

En el Herbario de Plantas Medicinales del Instituto Mexicano del Seguro Social, se han registrado 3,000 especies vegetales con propiedades medicinales (Aguilar, 1994), donde se refieren al menos 15 especies usadas para la cicatrización de heridas. Algunas de estas plantas poseen cumarinas como

principales constituyentes, tal es el caso de *Artemisia abrotanum*, *Capsella bursapastoris* e *Hypericum perforatum* (Vanaclocha y Cañigüeral, 2003).

Hoy en día se han desarrollado investigaciones con el objetivo de encontrar y/o desarrollar nuevos agentes de origen natural que contribuyan al proceso de reparación de las heridas; la importancia de estos productos de origen natural radica en que son de fácil acceso, aplicación y manejo, así como de bajo costo. Sin embargo, es evidente la ausencia de investigación que permita reconocer los mecanismos de acción responsables de dicho efecto cicatrizante.

Un elemento importante en la terapéutica y requisito en la Farmacopea, es el reconocimiento pleno de la especie con propiedades medicinales, es decir, se requiere definir la identidad de la planta. La caracterización del órgano vegetal usado con fines terapéuticos se puede alcanzar mediante el estudio de la anatomía e histoquímica del material biológico, lo que permite ahondar en el conocimiento del mismo. Además los estudios anatómicos son necesarios para controlar la calidad de la materia prima utilizada a nivel industrial y también contribuyen a la explotación racional de la especie estudiada (Jacomassi *et al.*, 2007).

Al ser las plantas medicinales objeto de recolección extensiva, resulta importante conocer las características del suelo donde se desarrollan para tomarlas como base en futuros estudios de propagación, que eviten la reducción o desaparición de las poblaciones de esta especie silvestre.

Ante esta situación, la presente investigación pretende una aproximación al conocimiento farmacológico de *Dorstenia drakena* L., conocida popularmente como Gallito, una de las plantas ampliamente usada y recomendada en Xochipala, Municipio de Eduardo Neri, Estado de Guerrero, para curar heridas superficiales de diversa índole.

Este trabajo se inició con la recolección del órgano de la planta usado con propósitos terapéuticos y la preparación de la pomada utilizada en Xochipala, Guerrero, para realizar estudios farmacológicos pertinentes, como el de

analizar si en realidad ejercía un efecto cicatrizante en heridas provocadas en ratas. Se continuó con el estudio de la anatomía e histoquímica del órgano subterráneo (rizoma), con el propósito de describir su estructura y determinar correctamente su identidad botánica. Y por último se analizaron algunas propiedades físicas y químicas del suelo con el propósito de conocer las características del ambiente edáfico en que se desarrolla la planta para un futuro estudio de propagación de la especie *in situ*.

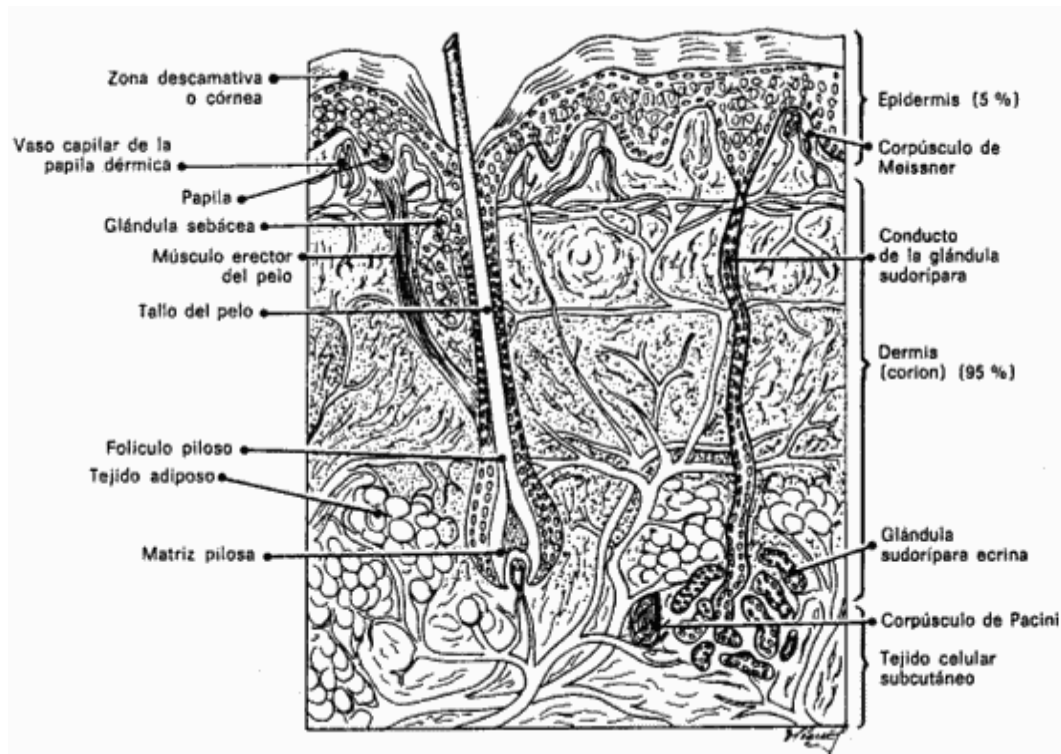
2. ANTECEDENTES

2.1 PIEL

Es el órgano más extenso del cuerpo, constituyendo una cubierta celular ininterrumpida que se especializa para formar apéndices cutáneos: pelo, uñas y glándulas (Bloom y Fawcett, 1987). Tiene distintas funciones, entre las cuales destacan: 1) es la primera línea de defensa ante la presencia de agentes externos biológicos, físicos y químicos; 2) produce vitamina D y sirve de depósito de electrolitos, agua, grasa, carbohidratos y proteínas; 3) es un receptor sensorial del tacto, presión, calor, frío y dolor (Borjab, 1996). Constituye, junto con las mucosas, el mejor medio de protección de los animales para combatir las lesiones.

En el ser humano, la piel posee una elevada complejidad tisular con baja capacidad de regeneración, ya que se repara mediante un tejido especial (tejido cicatrizal). Cuando se produce una lesión este sistema de defensa, en coordinación con otros sistemas, desarrolla una forma de curación por regeneración, que supone una capacidad embriogénica para formar el mismo tipo de células; en el humano dicha capacidad sólo es inherente al hígado. La otra forma de curación es la que se produce por cicatrización, en la cual la capacidad del organismo es formar un tejido fibroso que suple la integridad del órgano lesionado (Torres, 1986).

La piel está formada por 3 capas, la más superficial se denomina epidermis, la media dermis y la profunda hipodermis o tejido subcutáneo (Figura 1).



1. Figura1. La piel esta dividida en 3 estratos: la epidermis, la dermis y el tejido celular subcutáneo. Imagen tomada de <http://plm.wyeth.com.mx/6647.htm> (2007)

2.1.1 Epidermis

La epidermis es un epitelio plano estratificado que conforma la cubierta protectora de la piel. Presenta un grosor que varía de 0.07 a 0.012mm en la mayor parte del cuerpo, pero puede alcanzar un espesor de 0.8mm en las palmas de las manos y de 1,4mm en las plantas de los pies (Bloom y Fawcett, 1987). Esta capa contiene células con pigmentos llamadas melanocitos, que son los que determinan el color de la piel, células de Langerhans con funciones defensivas y células de Merkel que poseen funciones hormonales. Además no posee vasos sanguíneos (Borjab, 1996). Este epitelio se conforma de cinco estratos celulares, morfológicamente distintos y son:

Estrato basal (*Stratum basale*). Las células que lo conforman son cuboides o cilíndricas, que reposan sobre la lámina basal y la dermis subyacente como una capa (Bloom y Fawcett, 1987). Contiene “stem cells” o células madre que, por mitosis, dan origen a los queratinocitos. Por esta razón antiguamente se llamaba estrato germinativo (Garnet y Hiatt, 1997).

Estrato espinoso (*Stratum spinosum*). Tiene hasta 8 capas de células poligonales o cuboides que se van aplanando en las capas superiores; estas sintetizan queratina y presentan una actividad mitótica mínima (Borjab, 1996). Las células presentan abundantes prolongaciones citoplasmáticas o “espinas”, denominadas como células espinosas y, por esta razón, el nombre del estrato.

Estrato granuloso (*Stratum granulosum*). Constituido por 3 a 5 capas de células aplanadas, cuyo rasgo distintivo es la presencia de gránulos gruesos de forma irregular (Bloom y Fawcett 1987). Los gránulos de queratohialina contienen proteínas ricas en histidina y cistina. Los gránulos descargan su contenido por exocitosis, sobre las membranas plasmáticas, en forma de una sustancia rica en lípidos que nutre a las capas subyacentes y actúa como barrera impermeable (Ross et al., 1997).

Estrato lúcido (*Stratum lucidum*). Constituido por 3 o 5 capas de células planas carentes de núcleo, eosinófilas, muy refringentes y apretadas entre sí. Aparece como una banda clara y ondulada, situada inmediatamente por encima del estrato granuloso (Bloom y Fawcett, 1987).

Estrato córneo (*Stratum corneum*). Formado por muchas capas de células planas queratinizadas y desprovistas de núcleo, denominadas corneocitos. Abarca de 15 a 20 estratos celulares (Borjab, 1996).

2.1.2 Dermis

El grosor de la dermis no puede determinarse exactamente porque se une a la capa subcutánea sin que haya un límite definido. Sin embargo, un promedio aproximado va de 1 a 2mm. Se conforma a su vez de dos capas: el estrato papilar, entretejido de manera laxa, y la región principal más profunda estrato reticular, mucho más denso. No existe un límite definido entre ambos (Bloom y Fawcett, 1987).

La dermis es tejido conjuntivo vascularizado que consiste principalmente de fibras de colágena, células de tejido conectivo (fibroblastos), macrófagos y

mastocitos que regulan reacciones alérgicas e inflamatorias. Además contiene vasos sanguíneos y linfáticos, al igual que receptores sensitivos, pelos, glándulas sebáceas y sudoríparas (Borjab, 1996).

2.1.3 Hipodermis

Está compuesta por tejido conjuntivo laxo y no representa una delimitación pronunciada con la piel, uniendo de manera poco firme la dermis con los órganos subyacentes y está formada por una capa variable de tejido adiposo con una función de aislamiento.

2.2 CLASIFICACION DE LAS HERIDAS

Una herida es una pérdida de continuidad del tejido que cubre al cuerpo, afecta a todo el organismo pues no es un proceso aislado, provocando un estado de alerta general (Arenas, 2000).

Por definición, una herida altera la integridad tisular y tiene como resultado el corte de vasos sanguíneos y la exposición directa de la matriz extracelular a las plaquetas (Schwartz, 2006).

Existen muchas formas de clasificar a las heridas, según el agente causante, la forma, la profundidad, etc. Pero para fines de este trabajo se utilizará la clasificación de las heridas con base en el tipo de lesión en el tejido:

Heridas abiertas.- Se observa la separación de los tejidos blandos. Son muy susceptibles a contaminación.

Heridas cerradas.- No se observa la separación de los tejidos, generalmente son producidas por golpes, se forma un hematoma en cavidades o viseras.

Heridas simples.- Son las heridas que afectan la piel, sin causar daño en órganos importantes.

Las lesiones más frecuentes que se producen en el organismo humano son las heridas incisas. Una herida incisa produce una serie de cambios bioquímicos y celulares, en los que predominan fenómenos como la infiltración celular, la epitelización, el depósito de colágena y otros (Torres, 1986).

2.3 CICATRIZACIÓN

“Los tejidos lesionados cicatrizan mediante regeneración, reparación o combinación de ambos eventos. La regeneración tisular consiste en el reemplazo del tejido dañado o perdido por un tejido estructural de función similar, mientras que la reparación tisular consiste en la formación de tejido cicatrizal” (Arenas, 2000).

La cicatrización es el conjunto de procesos biológicos, fisicoquímicos y celulares que se producen como respuesta de los tejidos a una lesión y tiene como finalidad obtener la recuperación funcional de los mismos (Torres, 1986). El tejido faltante producto de la lesión se sustituye por tejido conjuntivo (Arenas, 2000).

Consiste en una secuencia cronológica de eventos caracterizada por infiltrados celulares en las cercanías de la herida. Este proceso es continuo y como señaló John Hunter (en Schwartz, 2006) la cicatrización normal de una herida sigue un patrón predecible que puede dividirse en fases superpuestas definidas por las poblaciones celulares y las actividades bioquímicas (Schwartz, 2006):

Hemostasis e Inflamación

Proliferación

Síntesis de la matriz

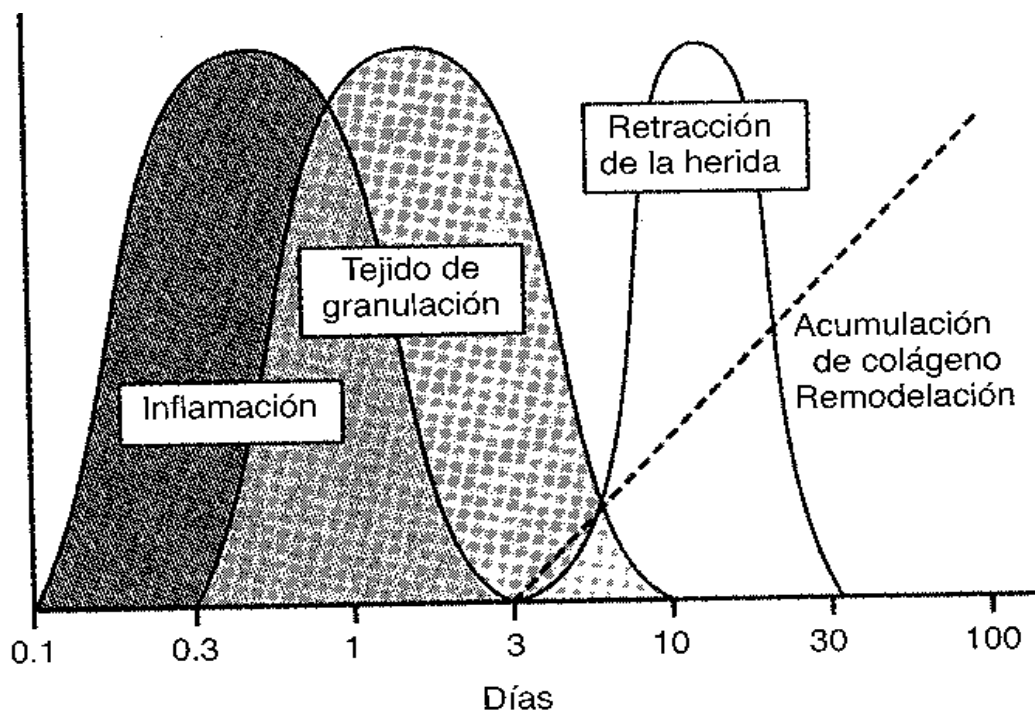


Figura 2. Fases sucesivas de la cicatrización. En el eje horizontal se observa el tiempo de curación de la herida, mientras que en el eje vertical se observan las distintas fases de cicatrización. Imagen tomada de Cotran et al. (2000)

2.3.1 Hemostasis e Inflamación

La reparación de la herida puede deberse a la sustitución del tejido lesionado por la regeneración de las células parenquimatosas, por la proliferación de tejido fibroblástico (cicatrización) o, más frecuentemente, por la combinación de ambos procesos. La inflamación inicia una cadena de acontecimientos que curan y reconstruyen el tejido lesionado. Con la inflamación se inician las primeras fases del proceso de reparación el cual no termina hasta que se ha neutralizado el estímulo lesivo (Cotran et al., 2000).

La Hemostasis precede e inicia la inflamación con la liberación posterior de factores quimiotácticos del sitio de la herida. Por definición una herida altera la integridad tisular y como resultado de la misma se rompen vasos sanguíneos y la matriz celular queda expuesta directamente a las plaquetas. La exposición de la colágena subendotelial a las plaquetas, ocasiona agregación y desgranulación plaquetaria y la activación de la cascada de coagulación. Los

gránulos de las plaquetas liberan las siguientes sustancias: factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), factor beta de transformación del crecimiento (TGF- β), factor activador de plaquetas (PAF), fibronectina y serotonina. El coagulo de fibrina logra la hemostasis y también sirve para la migración de células inflamatorias a la herida (Schwartz, 2006).

Los neutrófilos son las primeras células infiltrantes que penetran en el sitio de la herida durante las primeras 48h. Factores como el incremento de la permeabilidad vascular, liberación local de prostaglandinas y la presencia de factores del complemento, interleucina-1, factor de neurosis tumoral alfa (TNF- α), TGF- β , factor plaquetario 4, estimulan la migración de neutrófilos. Su principal función es la fagocitosis de bacterias y desechos tisulares, también liberan proteasas como colagenasas, que participan en la degradación de la matriz y la sustancia fundamental en la fase inicial de la cicatrización de la herida.

Los macrófagos son células esenciales para el éxito de la cicatrización y conforman la segunda población celular que invaden la herida; alcanzan cifras importantes en la herida entre las 48 a 96h después de la lesión y permanecen en la misma hasta que la cicatrización termina. Entre sus funciones encontramos: desbridamiento de la herida (extirpación del tejido dañado) por medio de fagocitosis, activación e incorporación de otras células por la vía de mediadores, regulan la proliferación celular, la síntesis de la matriz y la angiogénesis (Torres, 1986).

Dentro de la herida también encontramos a los linfocitos T los cuales alcanzan cifras máximas alrededor de una semana y constituyen un puente de transición entre la fase inflamatoria a la fase proliferativa. Se sabe que los linfocitos son esenciales para la cicatrización de la herida; su función dentro de la misma aun no se define por completo (Harari, 1993). La hipótesis más apoyada en la actualidad sostiene que los linfocitos T tienen una participación activa en la modulación del ambiente de la herida. Sin embargo, se conoce que el agotamiento de la mayor parte de los linfocitos T disminuye la fuerza y el

contenido de la colágena de la misma, en tanto que la supresión selectiva del subgrupo CD8⁺ incrementa la cicatrización de la herida (Schwartz, 2006).

2.3.2 Proliferación

Esta fase de la reparación de heridas se caracteriza por la formación del tejido de granulación con la migración y la proliferación de fibroblastos y las células endoteliales, la regeneración de una barrera epitelial, la neovascularización y la producción y depósito de moléculas de la matriz extracelular, particularmente de colágena. En general abarca de los días 4 a 12.

Los fibroblastos que infiltran la herida en cicatrización necesitan proliferar primero y luego activarse para realizar su principal función de síntesis y remodelación de la matriz.

Las células endoteliales también proliferan en forma extensa durante esta fase. Estas células participan en la formación de nuevos capilares (angiogénesis), un proceso esencial para el éxito en la cicatrización de la herida.

2.3.3 Síntesis de la matriz

La formación de la matriz extracelular comienza simultáneamente con la proliferación. La colágena se produce y remodela durante esta extensa fase; se forma una cicatriz madura y hay neovascularización regresiva, procesos esenciales para la integridad funcional de la cicatriz. Existe un balance entre la formación de colágena y su destrucción por colagenasas intersticiales, que descomponen colágenas fibrilares de los tipos I, II y III; gelatinasas (o colágenas de tipo IV), que eliminan fibras no funcionales y preservan aquellas con orientación funcional.

Los tipos I y III de colágena son los de mayor interés para la reparación de la herida. La colágena tipo I es el principal componente de la matriz extracelular en la piel. El tipo III, que también suele encontrarse en la piel, se torna más prominente e importante durante el proceso de reparación (Schwartz, 2006).

2.4 TIPOS DE CICATRIZACIÓN

Se reconocen dos tipos de cicatrización en heridas cutáneas; de primera y segunda intención que se distinguen esencialmente por la cantidad de tejido dañado, intensidad del proceso de reparación y el tiempo en que éste se lleve a cabo (Arenas, 2000).

- ◆ Cicatrización por primera intención: La cantidad de tejido destruido es poca y los bordes se adosan perfectamente uno al otro.
- ◆ Cicatrización de segunda intención: El daño es amplio, el espacio que separa a los bordes es muy grande y por lo tanto, no logran adosarse uno al otro.

3 CARACTERÍSTICAS ANATOMICAS DEL ORGÁNO DE LA PLANTA

3.1. Rizoma

Un rizoma se define como un tallo subterráneo que crece de manera indefinida, generalmente de forma horizontal, aunque también los hay de crecimiento vertical. Suelen presentar cicatrices foliares y desarrollan raíces en diferentes direcciones. Sus hojas son de tipo escamoso y efímeras; permiten la hibernación protegiendo las yemas de renovación bajo el suelo. Los rizomas poseen entrenudos cortos y ramificaciones escasas; forman segmentos que mueren con el paso del tiempo, pero cada año producen nuevos brotes apicales por multiplicación vegetativa (Strasburger et al., 1986)

Los rizomas se distinguen de las raíces por su origen; el ápice subterráneo carece de caliptra y anatómicamente puede diferenciarse por la posición periférica de los haces vasculares que es característico de los tallos.

Se han realizado estudios anatómicos de plantas con rizoma de la familia Amaranthaceae como es el caso del rizoma de *Tidestromia rhizomatosa* y *T.*

valdesiana cuyos rizomas se distinguen por tener yemas de renovación y un tejido parenquimatoso de reserva. Además de que el tejido vascular está constituido por cilindros discontinuos de fascículos vasculares (Medina Ávila, 2007).

3.2 Crecimiento Secundario

Como en la mayoría de las monocotiledóneas y en algunas dicotiledóneas el crecimiento de una parte del cuerpo vegetal cesa con la maduración de los tejidos primarios. Esto no sucede en gimnospermas y en dicotiledóneas leñosas, cuyas raíces y tallos continúan creciendo en diámetro en zonas en donde ya no se produce más alargamiento (Raven, 1992).

Las plantas herbáceas, son plantas cuyos vástagos no tienen crecimiento secundario o lo hacen muy poco. En las regiones templadas el vástago o bien la planta entera, según las especies, sólo vive una estación (planta anual) o dos estaciones (planta bienal). En climas templados plantas anuales o bienales raramente tienen apariencia leñosa, aunque tanto sus tallos y raíces pueden experimentar un limitado crecimiento secundario (Raven, 1992).

4. FAMILIA MORACEAE

4.1 Características Botánicas

Los miembros de esta familia se caracterizan por ser árboles, arbustos, lianas y, raramente hierbas; su principal característica es la presencia de laticíferos (Walter y Dirik, 1996), distribuidos en todos los tejidos parenquimatosos; presentan cistolitos, usualmente globosos; a menudo con taninos. Generalmente con tricomas simples y paredes celulares mineralizadas. Las hojas son simples, comúnmente lobuladas; estipulas habitualmente presentes (Walter, 2002).

4.1.1 Género *Dorstenia*

Hierbas perennes con látex, rizomas, acaulescentes o con tallo algo alargados; hojas muy variables, usualmente pecioladas; flores monoicas; receptáculo entero, angulado o lobulado, los receptáculos son axiales y pedunculados (Standley y Steyermark, 1946).

El género *Dorstenia* cuenta con 170 especies, de distribución principalmente tropical (Abegaz et al., 2000). El género ha sido brevemente estudiado fitoquímicamente, sin embargo, de las especies de América Latina estudiadas se han aislado compuestos como bergapteno, isobergapteno, pimpinelita e isopimpinelina; destacando la presencia de metabolitos secundarios, las furanocumarinas lineales o psoralenos, los cuales presentan actividad biológica importante. Dichas especies estudiadas dentro de esta área son: *D. bryniifolia*, *D. contrajerva*, *D. brasilensis*, *D. cayapiaa*, *D. barnimiana*, *D. heringeri* (Rojas-Lima et al., 1999).

4.1.2 Clasificación Taxonómica de *Dorstenia drakena*:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnolipsida

Orden: Urticales

Familia: Moraceae

Género: *Dorstenia*

Especie: *Dorstenia drakena* L.

4.1.3 Descripción Botánica de *Dorstenia drakena*

Planta acaulescente, con rizomas gordos y cortos; pecíolos largos y delgados, a veces de 20 a 25cm de largo; hojas membranosas, escasamente puberulentas, a menudo ásperas al tacto, muy variables en forma, con frecuencia ovado cordadas y longiacuminadas, sinuadas o dentadas;

receptáculos pedunculados largos, ovalados de 2 a 4cm, anchos, puberulento del envés, excéntricamente peltados (Standley y Steyermark, 1946).

Dorstenia drakena es una herbácea perenne de 30cm de altura, acaulescente con rizomas erectos cortos y gruesos de hasta 25mm de grosor; raíz nudosa con raicillas olorosas, hojas sagitadas a profundamente 3-9-pinnatilobadas, 7cm a 27cm de largo y 6cm a 20cm de ancho, ápice agudo a acuminado, base profundamente lobada, mayormente decurrente sobre el pecíolo, margen dentado a casi entero, escasamente híspidas en el haz, uncinado-puberulentas en el envés, especialmente en los nervios; pecíolos 8cm a 21cm de largo, puberulentos o uncinado-puberulentos, estípulas 2mm a 4mm de largo. Pedúnculos 6cm a 27cm de largo; receptáculo circular a ovado, liso, a veces ligeramente cóncavo distalmente, 8mm a 48mm de ancho, margen verde. Inflorescencia axilar. Se distribuye en México, Centroamérica, y el Norte de Sudamérica; crece en lugares húmedos, de 0 a 900msnm y florece de Mayo a Noviembre

(http://acguanacaste.ac.cr/paginas_especie/plantae_online/magnoliophyta/moraceae/dorstenia.htm Consultada 20 Junio de 2004).

Dorstenia drakena presenta varios nombres comunes; se le conoce como “Gallito” en Ajuchitlán, Chimalacatlán, Huautla, Huaxtla, Quilamula, Valle de Vázquez, Xochipala, El Limón de Cuauchichinula, Los Sauces y el Tepehuaje; “Barbudilla” en Jalisco, “Gallitos” en Iguala y Acapulco, Guerrero; “Contrahierba” en Centroamérica, pues se relaciona con *Dorstenia contrajerba* ya que se menciona que tienen los mismos usos medicinales (Martínez, 1987).

4.2 FITOQUÍMICA

Los extractos clorofórmicos del rizoma de *Dorstenia drakena* contienen la furanocumarina 4-{3-(4,5-dihidro-5,5-dimetil-4-oxo-2-furanil)-butoxi}-7H-furo-{3,2-g}{1}-benzopiran-7-ona, así como bergapteno y β -sitosterol (Fig. 3) como constituyentes (Rojas-Lima *et al.* 1999).

4.2.1 Furanocumarinas

Las cumarinas son derivados de benzo- α -pirona. Muchas de ellas son fenólicas, por lo que se incluyen dentro de los derivados fenólicos. Existen varios tipos de cumarinas entre los cuales encontramos a las furanocumarinas; las cuales llevan un anillo de benceno adosado a un anillo furano. Pueden ser 6,7-furanocumarinas y 7,8-furanocumarinas. Las furanocumarinas son solubles en disolventes orgánicos apolares (éter etílico, cloroformo) y la principal acción biológica que se reconoce para estos compuestos es la de fotosensibilizadoras (Kuklinski, 2000).

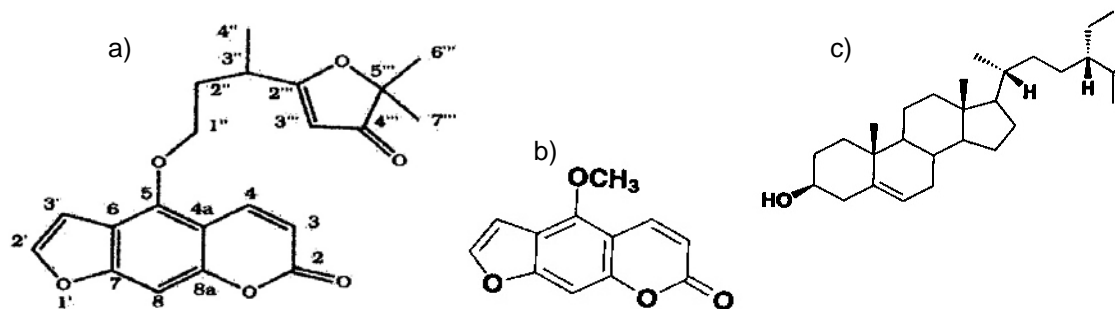


Figura 3. Estructura química de los metabolitos secundarios del rizoma de *Dorstenia drakena*. (a) Furanocumarina (b) bergapteno y (c) β -sitosterol. Imagen tomada de Rojas-Lima et al. 1999.

Las familias donde se han reportado cumarinas son: Leguminosas, Meliaceae, Asteraceae, Solanaceae y Moraceae, pero su mayor ocurrencia se presenta en las Rutaceae y en las Umbeliferae o Apiaceae.

Su función en el metabolismo vegetal se enmarca dentro de los diferentes mecanismos de defensa que poseen las plantas para sobrevivir a los herbívoros polívoros y a los hongos patógenos. Esta acción protectora se manifiesta en la variada toxicidad hacia otros organismos, como larvas e insectos, en la respuesta antifúngica y como fitoalexinas.

Los egipcios utilizaban el jugo de *Ammi visnaga* L. (Apiaceae) para suprimir las manifestaciones del vitíligo. Actualmente, se conoce que una reacción por el uso de esta y otras especies puede ser dermatitis aguda, a veces acompañada

por la formación de vesículas que evolucionan, por coalescencia, en anchas ampollas. En numerosos casos, aparece a continuación una hiperpigmentación que puede persistir por mucho tiempo (dermatitis de berloque). Estas reacciones son una expresión fototóxica; se produce siempre después de un contacto con la planta o el producto, seguido de exposición a la luz solar (Bruneton, 2001).

En 1834 se aisló el primero de estos compuestos, el Bergapteno, del aceite de Bergamota, *Citrus bergamia*. Posteriormente se separó la Xantotoxina, y en 1933, Spath y Holzen establecieron sus estructuras químicas y reportaron sus respectivas síntesis (Bruneton, 2001).

Sólo hasta 1940 se identificaron a las furanocumarinas como los agentes responsables de la fotodermatitis. Actualmente el Bergapteno se utiliza en preparaciones cosméticas como protector solar. (Correa, 2007).

4.2.2 Efectos Biológicos de las Furanocumarinas

De acuerdo a Correa (2007), la principal característica es su acción fotosensibilizante sobre las células; es decir, la acción combinada de la radiación y un agente sensibilizante produce efectos físicos, químicos y biológicos que no se observan sin la presencia de este agente.

La acción fotosensibilizante se manifiesta en una fototoxicidad, que implica una alteración o desorganización de numerosos procesos biológicos en células bacteriales o fúngicas, en virus a nivel de ADN, en células de mamíferos *in vitro*, en tejidos vegetales y en células epidérmicas de aves y mamíferos. La alteración de los procesos biológicos y químicos en tales organismos puede producir, entre otros efectos, la disminución de la velocidad del ciclo celular, inhibición del desarrollo de ciertos tumores, variación de la actividad enzimática.

4.2.3 Aplicaciones de las Furanocumarinas

Históricamente, los psoralenos se han usado, junto con la luz UV, en el tratamiento de varias enfermedades de la piel como el vitíligo, la psoriasis y la micosis fungoides. Adicionalmente, se ha utilizado el bergapteno como protector solar en preparaciones cosméticas. Los compuestos comúnmente ensayados en estos tratamientos son: la xantotoxina, el bergapteno, el psoraleno, el 4,5',8-trimetilpsoraleno, la angelicina y la 4,5'-dimetilangelicina; pero los que han presentado el mejor resultado son la xantotoxina, el trimetilpsoraleno y el bergapteno.

En el caso del vitíligo (acromia progresiva de la piel), el tratamiento con psoraleno y luz UV, se explica por que ocasionan el incremento en la actividad de la tirosinasa.

El uso más importante de las furanocumarinas ha sido en el desarrollo de la fotoquimioterapia de la psoriasis, enfermedad de la piel caracterizada por una proliferación de células epidérmicas. La sustancia más efectiva ha sido la xantotoxina, cuya acción se fundamenta en la habilidad que presenta para inactivar al ADN y disminuir la velocidad del ciclo celular. Algunos de sus efectos citotóxicos se están tratando de evitar con el uso de furanocumarinas angulares en pacientes con psoriasis. Recientemente, se reporta el tratamiento exitoso de micosis fungoides (tumoración fungosa de la piel), usando radiación UV y una furanocumarina angular, 4,6,8-trimetilangelicina.

Desde hace varias décadas se reportan diversos efectos de estas sustancias que aparentemente no están relacionados con los mecanismos descritos antes, ya que se manifiestan sin el concurso de la radiación UV. Algunos de ellos son los siguientes:

- * Toxicidad en peces, batracios, cerdos, babosas, ratones, conejos y monos.
- * Actividad antimicrobial contra *Mycobacterium tuberculosis*, *Aspergillus oryzae* y *Curvularia lunata*. Acción de imperatonina, psoraleno, xantotoxina

y bergapteno sobre la mutagenicidad de 2-aminoantraceno hacia *Salmonella typhimurium*.

- * Estímulo de los melanocitos y de la actividad de la tirosinasa *in vitro* y en ausencia de la luz UV; los compuestos ensayados fueron la xantotoxina, el bergapteno, y el 4,5,8-trimetilpsoraleno.
- * Secreción de melatonina en humanos, estimulada por el bergapteno. Se ha demostrado que esta hormona interviene en la regulación del sistema cardíaco del hombre, además, parece estar involucrada en el aumento de la somnolencia que causa el bergapteno.
- * Antifertilidad en ratas del extracto clorofórmico de *Ruta graveolens*. Se reporta a la furanocumarina chalepensino como el principio tóxico del extracto.

4.3 FARMACOLOGÍA

Los extractos obtenidos de *D. drakena* presentan actividad antimicrobiana contra *Bacillus subtilis* y actividad antifúngica contra *Candida albicans*, además de una posible inhibición contra *Pseudomonas aeruginosa*, y *Staphylococcus aureus* (Frei, 1998).

También se han evaluado los efectos de *D. drakena* sobre la toxina del cólera inducida en la secreción intestinal, la estimulación coaxial del ileon de cobayo y la inhibición del crecimiento de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. El extracto etanólico del rizoma mostró un efecto significativo y una aparente relación dosis-respuesta en la inhibición de la acumulación del fluido de la toxina del cólera inducida en el intestino delgado, mientras que en el estudio antimicrobial no hubo inhibición (Kyerematen et al., 1985).

4.4 USOS Y MODO DE EMPLEO DEL RIZOMA DE *Dorstenia drakena*

Los usos reportados bibliográficamente para *D. drakena* son (Monroy-Ortiz y Castillo, 2000; Buronda, 1986):

- La raíz del gallito se utiliza para lavar heridas y granos, ayudar al parto, detener las hemorragias vaginales y contrarrestar la mordedura de las víboras (camotillo).
- Auxiliar en el tratamiento contra disentería, diarrea, vomito, parásitos, dolor de vientre y estómago, dolor de muelas, inflamaciones. Para disentería, se muelen 4 raíces por taza de agua y se toma 1 taza tres veces al día.
- Los Zapotecos de la sierra de Oaxaca utilizan Gallito para contrarrestar problemas hepáticos y desórdenes gastrointestinales, haciendo uso del rizoma y la raíz.
- Para tratar el dolor de pecho y espalda, en Sonora, se cuece una bolita de rizoma en una taza de agua con cáscara de palo mulato; se toma cada vez que se tiene dolor.
- En la medicina tradicional hondureña se emplea el rizoma y la hojas de Barbudilla para problemas digestivos (dolor estomacal, úlceras, etc.), dolores, y usos ya mencionados como la disentería, gusanos y parásitos intestinales (Lentz et al., 1998).

4.4.1 Información Etnobotánica

En el estado de Guerrero se recomienda como cicatrizante.

Se tiene conocimiento de dos casos en los cuales se empleo una pomada preparada con el rizoma de la planta para dicho efecto (Comunicación personal M. en C. Armando Gómez Campos):

Uno de los casos fue el de una herida en la pierna provocada por un machete, ya que la persona intentaba cortar una liana para abrirse paso por el monte. La pomada se aplicó diariamente por un mes y al fin del mismo se encontraba completamente cicatrizada.

Los mismos resultados se obtuvieron en el tratamiento de una herida provocada por una úlcera varicosa, la cual no cicatrizaba, pero al mes de utilizar la pomada de Gallito (*D. drakena*), la úlcera varicosa cicatrizó.

La pomada que se prepara en Xochipala, Guerrero de acuerdo a la información del Sr. Gabriel Heredia Cortés y de la Sra. Juanita Bello Flores, contiene 6 ingredientes, además del rizoma molido de Gallito (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ingredientes del remedio popular utilizado en Xochipala, Guerrero para tratar heridas.

Ingrediente	Cantidad
Vic Vaporrub (Composición en Anexo 1)	90g
Pomada de La Campana	75g
Manteca de cerdo	100g
Vaselina	100g
Pastillas de Alcanfor	8
Capsulas de Ampicilina	8
Rizoma molido de <i>D. drakena</i>	100g

La herida debe lavarse diariamente y se procede a aplicar la pomada de Gallito alrededor de la herida, (no directamente en la misma). A medida que el tejido se va “secando”, la pomada puede colocarse directamente sobre la herida. Se sigue este procedimiento hasta que la herida cicatrice.

5. OBJETIVOS E HIPOTESIS

Objetivos Generales:

- * Evaluar en un modelo animal el efecto cicatrizante de *Dorstenia drakena* L.
- * Describir mediante cortes histológicos, la anatomía del rizoma de *D. drakena*.

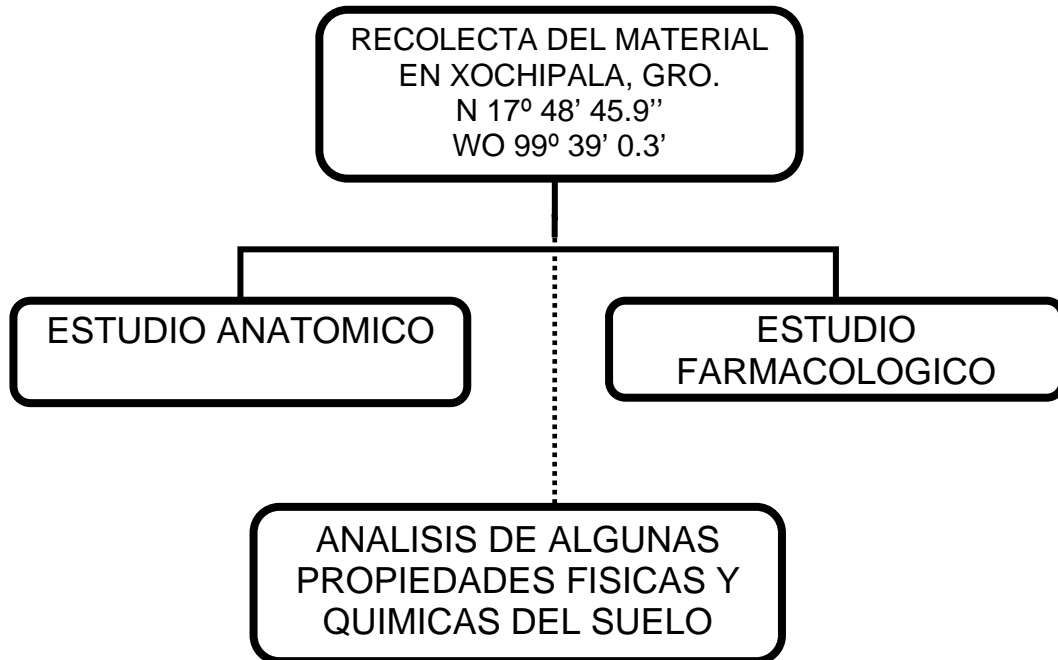
Objetivos particulares:

- * Observar, comparar y evaluar externamente la evolución de la cicatrización en heridas de ratas tratadas con pomada elaborada con *D. drakena*.
- * Evaluar la respuesta cicatrizante obtenida al usar pomada con *D. drakena* mediante cortes histológicos de las cicatrices a los 15 y 30 días de tratamiento
- * Describir la organización de los tejidos del rizoma de *D. drakena* a partir de cortes transversales y tangenciales.
- * Determinar en cortes histológicos la composición de los tejidos del rizoma a partir de pruebas histoquímicas.
- * Determinar algunas de las propiedades físicas y químicas del suelo en las que se desarrolla *D. drakena*.

Hipótesis:

Si la pomada elaborada con el rizoma de *Dorstenia drakena* ayuda a que exista mejor cicatrización, entonces se espera una evolución más rápida y de mejor aspecto en el cierre de heridas tratadas con la pomada y una mayor población de células inflamatorias, involucradas en la regeneración de la piel, en comparación con las heridas tratadas con pomada sin planta y otros tratamientos, a los distintos tiempos de evaluación (15 y 30 días).

6. MATERIAL Y METODOS



6.1 Características Edáficas del sitio de Colecta

De acuerdo a Figueroa de Cotin (1980) el estado de Guerrero se divide en cuatro unidades fisiográficas:

- 1 Sierra de Taxco.
2. Depresión del Balsas
3. Sierra Madre del Sur
4. Costa Pacífica.

La depresión del Balsas incluye la cuenca del Río Balsas. Esta región hidrológica contiene las tres únicas zonas semiáridas del estado de Guerrero; en la segunda zona, la de mayor semiáridez queda incluida la estación climatológica de Xochipala (Meza, 1997).

Los suelos de Xochipala se derivan de rocas calizas y lutitas calcáreas que constituyen los cerros circundantes, por lo que los suelos de esta zona son muy semejantes entre sí, existiendo diferencias sólo en la profundidad a la que aparece la roca intemperizada (Franco, 1991).

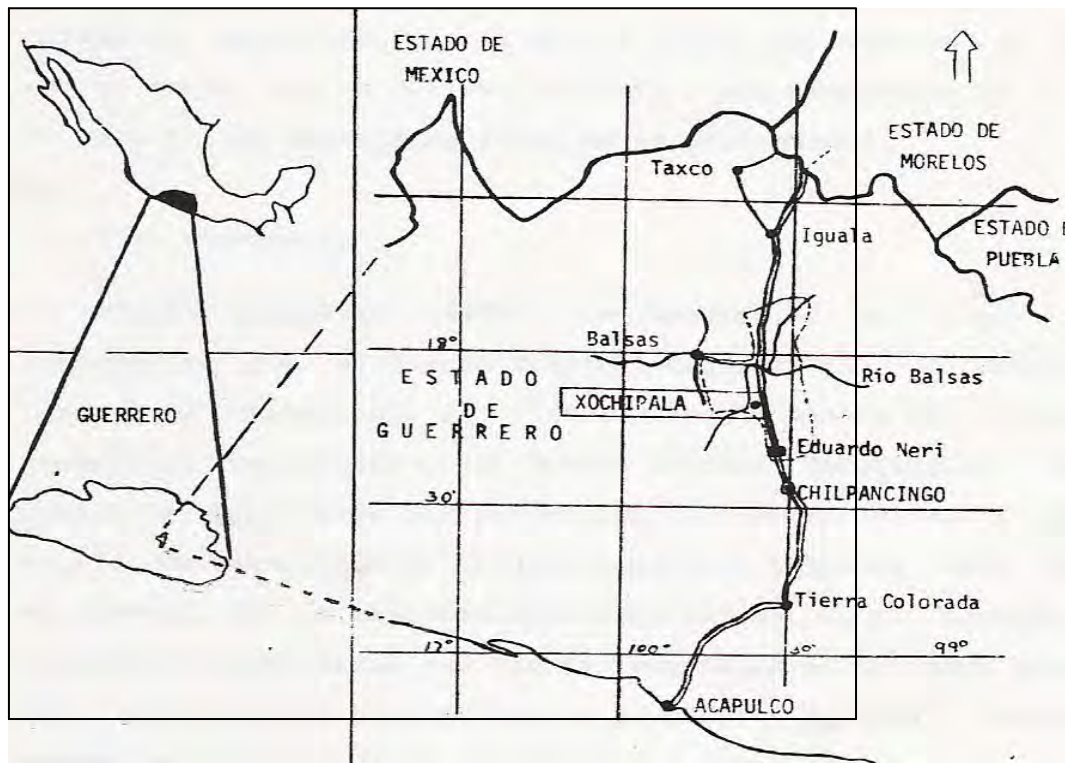


Figura 4. Mapa del sitio de Colecta. Xochipala, Guerrero. Imagen tomada de Franco (1991).

6.2 Fecha y Sitio de Colecta

La zona este del Municipio, donde se localiza Xochipala, presenta una forma de relieve semiplana; se ubica a una altitud de 1100msnm, con clima correspondiente al BSI (h') w'' (w) ig, es decir, cálido-semiseco, el menos seco de los BS, con un cociente de p/t de 28.6: muy cálido, con temperatura media anual de 23.9° C. El mes más frío es diciembre, con 22.1 °C y el mes más caliente es mayo con 26.1 °C. El régimen de lluvias se presenta en el verano, comprendido entre los meses de junio y septiembre; la estación más seca es en invierno y la precipitación promedio es de 684mm (García, 1973).

Se recolectó el rizoma de Gallito, *Dorstenia drakena*, en la primera semana de Agosto de 2004 para la preparación de la pomada utilizada en el estudio

farmacológico y en Julio de 2005 para el estudio anatómico, mismo año en que se colectó el suelo. También se colectaron ejemplares con inflorescencia para la determinación de la especie. El sitio se localizó en Xochipala, Municipio Eduardo Neri, Guerrero, cuyas coordenadas fueron N 17° 48' 45.9", WO 99° 39' 0.3", a 1099msnm, perteneciente al tipo de vegetación Selva Baja Caducifolia.

6.3 ESTUDIO FARMACÓLOGICO

El rizoma se dejó secar por mes y medio a la sombra, a temperatura ambiente. Posteriormente se trituró el rizoma. Con el material pulverizado se prepararon dos pomadas: una con rizoma de Gallito y otra sin el mismo.

Se programaron 5 tratamientos para aplicarlos en ratas macho cepa Wistar con un peso aproximado de 200 a 250gr. En cada tratamiento se utilizó 10 animales cada uno subdividido a su vez en dos subgrupos de acuerdo al tiempo de experimentación, el cual fue de 15 y 30 días.

Cuadro 2. Tratamientos aplicados en Ratas Wistar.

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
Testigo	Grupo control que no recibió tratamiento.
Placebo	Grupo control donde se utilizó Vaselina (petrolato puro).
Gallito	Grupo experimental en el cual se aplicó la pomada elaborada con rizoma molido de <i>D. drakena</i> .
Sin Gallito	Grupo control negativo al cual se le aplicó pomada elaborada sin rizoma molido.
Recoveron® (Anexo 1)	Grupo control positivo tratado con fármaco indicado para acelerar la cicatrización de las heridas.

Las ratas se anestesiaron vía intramuscular con una dosis de Ketamina 100mg/Kg (Inoketam 1000, Laboratorios Virbac S.A.) y Xilazina 13mg/Kg

(Procin, Laboratorios Virbac, S.A.). Se hizo una tricotomía del área dorsal de la rata y la desinfección de la misma para realizar una herida transversal de 2.5cm de longitud, dañando epidermis y dermis.

Los tratamientos se aplicaron por 15 y 30 días consecutivos, de acuerdo al diseño experimental, colocando 0.35g de cada tratamiento sobre la herida transversal.

Se evaluó el tiempo de cierre de la herida y la evolución de la cicatrización. Diariamente se midió la abertura de la herida. Pasados 15 días de tratamiento, se disectó el tejido cicatrizal y la piel que rodeaba al tejido, en 5 ratas de cada lote elegidas al azar. Este mismo método se repitió a los 30 días en las ratas restantes.

Las biopsias se fijaron en 20ml de solución de Zamboni (Aguilar et al., 1996). El tejido se incluyó en parafina y se realizaron cortes transversales de 6 μ m de grosor en el micrótopo rotatorio. Los cortes histológicos se tiñeron con el método Tricrómico de Masson (Aguilar et al., 1996) que tiñe las fibras de colágena en color azul y las células inflamatorias de color rojo. Por cada laminilla se eligieron al azar cinco campos y en cada uno se contó la cantidad de células inflamatorias presentes: fibroblastos, macrófagos, neutrófilos y linfocitos.

NOTA: El proyecto se llevó a cabo de esta manera. Sin embargo, los resultados de las pruebas preliminares mostraron que hubo un manejo desigual e inadecuado de los animales pertenecientes al grupo Testigo; estos últimos no recibieron la aplicación de ningún tratamiento, por lo cual la manipulación no fue equitativa, pues los animales del grupo Testigo se mantuvieron sin ningún manejo en comparación con los otros grupos, lo cual sesgó los resultados.

Por esta razón se tomó la decisión de no presentar esos resultados y tomar a nuestro grupo Placebo como grupo testigo. De esta manera todos los animales fueron tratados bajo las mismas condiciones y las variables a considerar fueron iguales haciendo así válida su comparación.

Se aplicó ANOVA para el tiempo de cicatrización y cantidad de células inflamatorias y fibroblastos. Para distinguir los tratamientos que promovieron respuestas diferentes se aplicó el análisis de Tukey HSD a través del programa Statistica versión 6.0.

6.4 ESTUDIO ANATÓMICO

Se colectó el rizoma, se lavó con agua para eliminar el exceso de tierra y se realizaron cortes de 1cm de longitud para fijarlos en FAA (Formaldehído) por 48 horas. Transcurrido este tiempo se lavaron los trozos con agua y posteriormente se hirvió el material por 15min para eliminar el exceso de fijador.

6.4.1 Elaboración de cortes

- * Infiltración e inclusión en Polietilenglicol (PEG). Las muestras se colocaron en una solución de PEG al 10% por 24 horas y posteriormente en PEG al 100% otras 24 horas, a temperatura ambiente.
- * Cortes. El material incluido en PEG puro, se depositó en un recipiente rectangular y se dejó solidificar a temperatura ambiente; se realizaron cortes de 15 y 20 μ m en un micrótopo de deslizamiento. Se obtuvieron cortes en dos planos; transversal y tangencial.
- * Tinción.-Los cortes se tiñeron con la Tinción Cuádruple de Johansen que destaca las siguientes estructuras y componentes: Rojo: cromatina en división, nucleolo, paredes celulares lignificadas, paredes celulares cutinizadas, paredes suberizadas, bandas de Caspary y calosa de células guarda. Púrpura: cromatina en reposo, gránulos de almidón, plástidos. Verde: nucleoplasma, paredes de celulosa, micelio fúngico invasor. Naranja; citoplasma (López-Curto, 2000).
Se realizaron pruebas histoquímicas: Lugol (almidón), Vainillina (Taninos condensados), Rojo O de Aceite (Lípidos): Estas técnicas histoquímicas se aplicaron sobre cortes en fresco.
- * Montaje.- Las laminillas se montaron con resina y gelatina glicerizada, según el caso y fueron etiquetadas con el nombre de la especie y la

orientación del corte. Se observaron en un microscopio óptico Leica modelo 11501200.

- * Disociados.- Se hicieron “astillas” del tejido vascular del órgano caulinar y se colocaron en solución Jeffrey durante 24 horas; se lavaron con agua y se dejaron en solución GAA (glicerina-alcohol-agua 1:2:3). En este material se realizaron las mediciones de los elementos celulares (longitud y diámetro de elementos de vasos y fibras).

6.5 ANÁLISIS DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

El muestreo se realizó en Xochipala, Guerrero, Municipio Eduardo Neri, en donde se hizo el perfil correspondiente al sitio de crecimiento de *Dorstenia drakena*. Se tomó una muestra por cada 10cm hasta llegar a la roca madre. Cada muestra se colocó en bolsas de plástico previamente etiquetadas.

El suelo se secó a temperatura ambiente, a la sombra por un mes, se tamizó y se procedió a efectuar los análisis físicos y químicos correspondientes.

6.5.1 Análisis Físicos:

- * Color en Seco y Húmedo. Por la técnica de comparación con las Tablas de Color Munsell (Munsell, 1975).
- * Densidad Aparente. Método de la probeta (Beaver, 1963).
- * Textura. Por el método del hidrómetro (Bouyoucus, 1936), estableciéndose las clases de suelo de acuerdo al triángulo de textura según el USDA (Porta *et al.*, 1994).

6.5.2 Análisis Químicos:

En cada análisis químico se trabajó con un testigo sin suelo con el fin de detectar una posible contaminación de reactivos y errores en la preparación.

- * pH. Método potenciométrico (Bates, 1954), en relación suelo-agua destilada 1:2.
- * Materia Orgánica. Método de oxidación húmeda y titulación con sulfato ferroso (Walkey modificado por Black, 1947).
- * Potasio y Sodio Intercambiables. Por flamometría, previa extracción con acetato de amonio 1 N a pH 7 (Pratt, 1965).
- * Calcio y Magnesio Intercambiables. Por el método del versanato, previa extracción con acetato de amonio 1 N a pH 7 (Helad, 1965).
- * Nitrógeno Inorgánico. Determinación colorimétrica por el método del salicilato de sodio, previa extracción con cloruro de potasio 2 N (Yang et al., 1998).
- * Fósforo asimilable. Determinación colorimétrica por el método del ácido ascórbico previa extracción con solución ácida (Bray y Kurtz, 1945).

7. RESULTADOS

A partir del material vegetal recolectado, que comprendía parte aérea con inflorescencias y rizoma, se realizó la identificación de la especie como *Dorstenia drakena* L. (Moraceae) (Por la M en C. Rosa María Fonseca, Laboratorio de Taxonomía de Plantas Vasculares, Facultad de Ciencias, UNAM). Se entregaron ejemplares con su ficha de colecta a los Herbarios de la Facultad de Ciencias (FCME), Nacional (MEXU) y del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSSM), de los cuales se aguarda el número de registro.

7.1 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA EN MÉXICO DE *Dorstenia drakena* CON BASE EN EJEMPLARES DE HERBARIO

Se hizo la revisión de la especie en los siguientes herbarios: Herbario Nacional (MEXU), Herbario de la Facultad de Ciencias (FCM) y Herbario del Instituto Politécnico Nacional (Herbario ENCB), para realizar un mapa de distribución con base en los datos obtenidos.

De acuerdo a los datos recopilados de la revisión de ejemplares de herbario, *D. drakena* se encuentra distribuida en la zona central de la República Mexicana y en la Vertiente del Pacífico, con una mayor frecuencia en los Estados de Guerrero, Oaxaca y Jalisco (Figuras 5 y 6).



Figura 5. Mapa de distribución de *Dorstenia drakena*, obtenido de la revisión de los ejemplares de herbario localizados en los Herbarios MEXU, FCEM y ENCB.

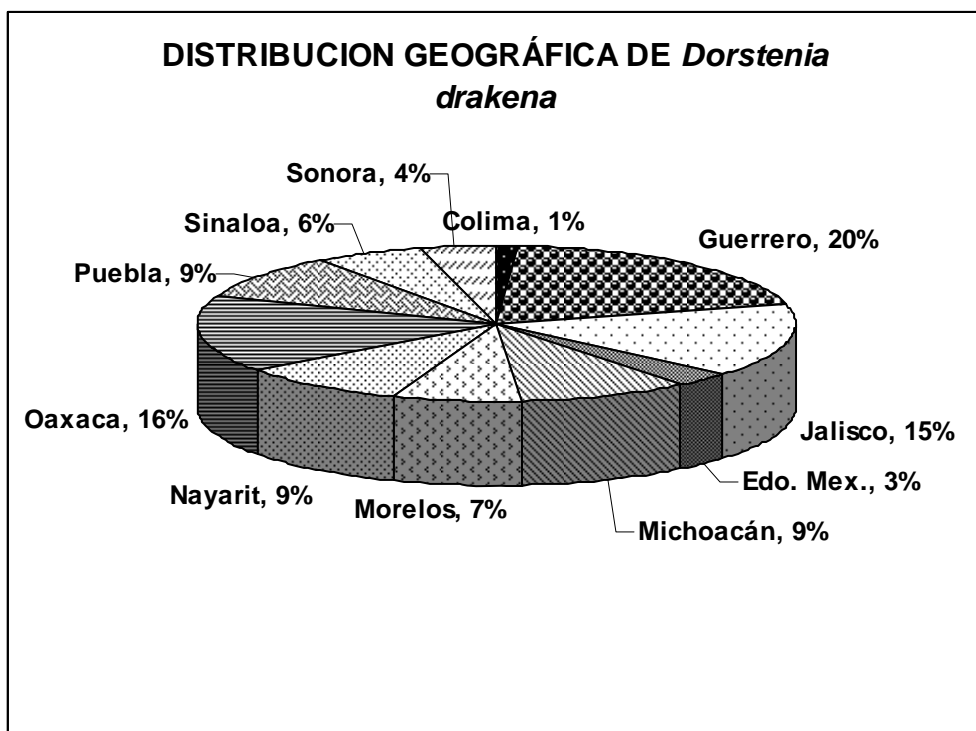


Figura 6. Representación porcentual de la frecuencia de ejemplares de herbario encontrados de *Dorstenia drakena*, en los diferentes estados de la República Mexicana.

7.2 ESTUDIO FARMACOLÓGICO

Observación macroscópica

Cada una de las pomadas aplicadas no fue posible que permanecieran en la piel de los animales en los diferentes tratamientos, debido al comportamiento de acicalamiento de las ratas, por lo que se estableció un tiempo de 10 minutos de aplicación y cuidado para evitar que se limpiaran y retiraran la pomada. Debido a esto todos los animales se expusieron a 10 minutos diarios de tratamiento.

Hubo presencia de costra en 3 de los tratamientos: Placebo (Vaselina), Experimental (Pomada con Gallito) y Control negativo (Pomada sin Gallito), entre los 5 y 8 días postquirúrgicos, pero no se observó costra en el tratamiento Control positivo (Recoverón).

15 DIAS DE EVOLUCIÓN

En este lapso se presentó el cierre total de las heridas en todos los tratamientos, aunque en 2 animales pertenecientes al grupo Recoverón, la herida cerró el día 16 del experimento. En ninguno de los grupos hubo proceso inflamatorio crónico o infeccioso (Figura 9). Hubo presencia también de pelo en todos los grupos, aunque fue más abundante y grueso en los grupos Experimental y Control negativo. La cicatriz se encontró más estética en el grupo Experimental, mientras que en los grupos Control, tanto positivo como negativo, se observó la línea evidente de la lesión.

Se realizó la prueba de ANOVA, la cual indicó que existen diferencias significativas entre todos los tratamientos en relación a la abertura de la herida (cm) a lo largo de los 15 días ($F=1,4472$ y $N.S.=0,037350$).

La prueba de Tukey HSD nos indica que el tratamiento con aberturas de herida mayores fue el de Control positivo (Recoverón) y el menor fue del grupo

Experimental (Gallito) que se traslapa con el Control negativo (Sin Gallito). El grupo Experimental también es menor y distinto al grupo Placebo (Vaselina).

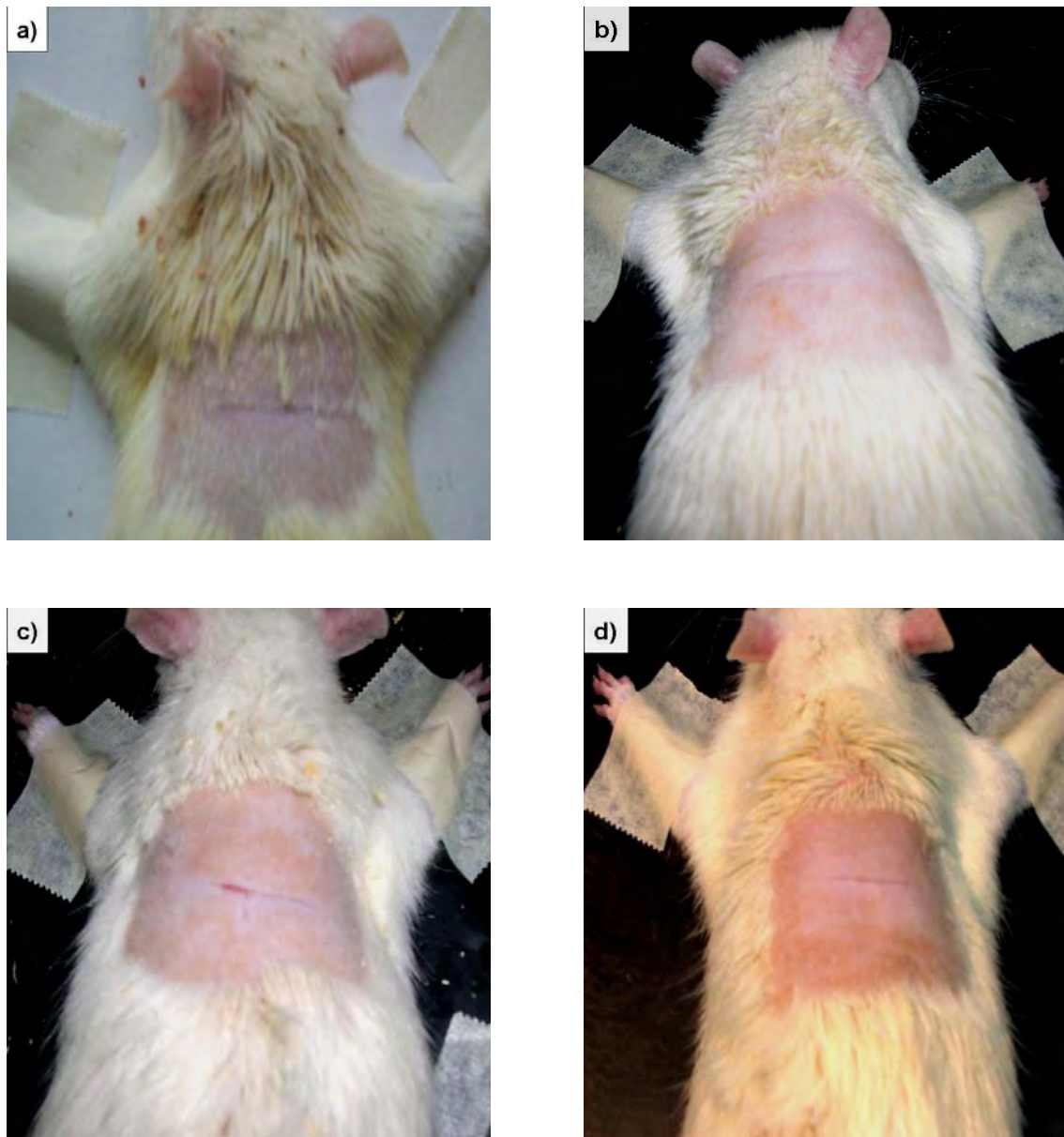


Figura 7. Cicatriz a los 15 días de tratamiento en todos los grupos; (a) Placebo, (b) Experimental, (c) Control positivo, (d) Control negativo. Los animales de los grupos Control positivo y negativo mostraron la línea evidente de la lesión, en tanto que el grupo Experimental mostró una cicatriz más estética que los demás grupos.

Los valores mínimos de abertura de la herida se encontraron a partir del día 10 en todos los tratamientos, con mayor frecuencia se encontró que los valores mínimos de abertura de la herida los presentaron los animales pertenecientes al grupo Experimental.

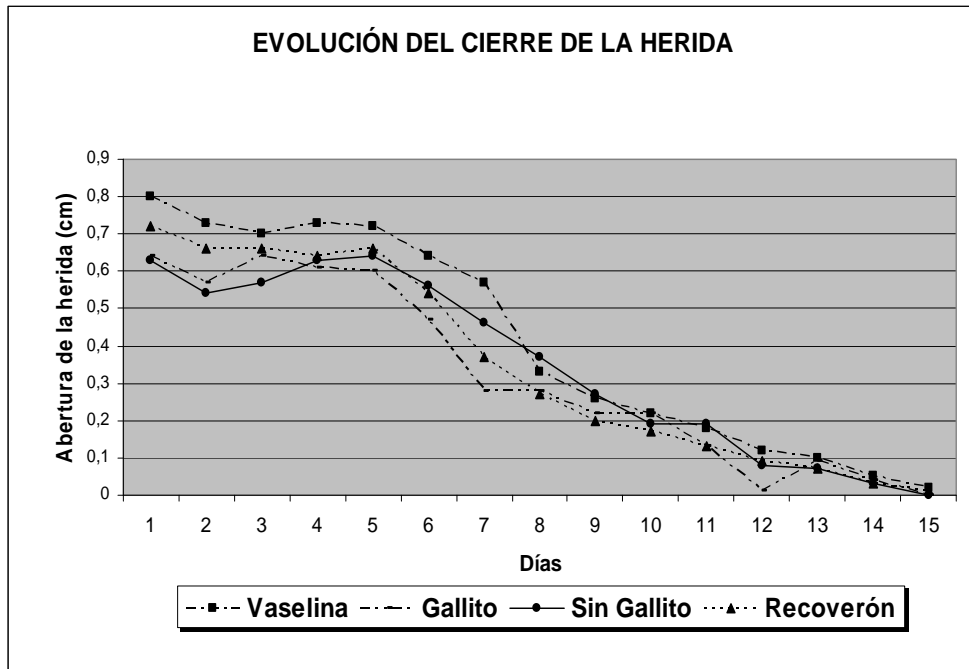


Figura 8. Evolución del cierre de la herida de todos los grupos. Vaselina (Placebo), Gallito (Experimental), Sin Gallito (Control Negativo) y Recoverón (Control Positivo).

30 DIAS DE EVOLUCION

No hubo presencia de infección e inflamación de la zona afectada durante el tiempo de experimentación. Sólo en el grupo Control negativo se observó la línea de la lesión. Los grupos con la cicatriz más estética fueron el grupo Experimental y el Control positivo. Se rasuró el área de la cicatriz para poder realizar la observación (Figura 9).

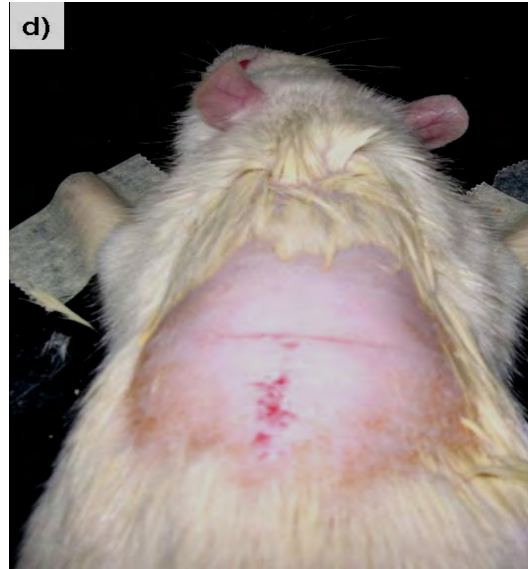
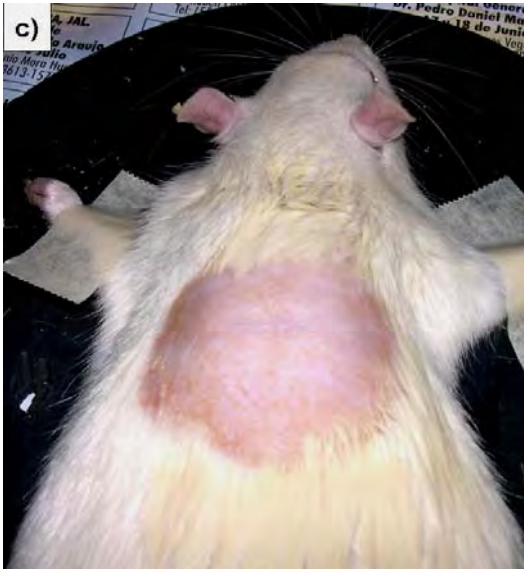
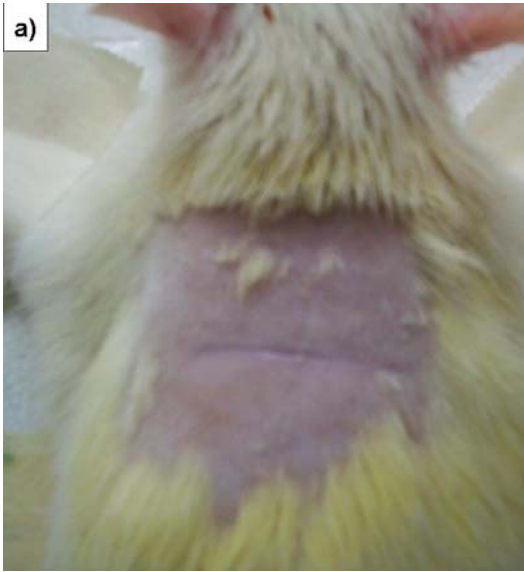


Figura 9. Cicatriz a los 30 días de tratamiento en todos los grupos; (a) Placebo, (b) Experimental, (c) Control positivo, (d) Control negativo. Los animales de los grupos Placebo y Control negativo muestran la línea evidente de la lesión, en tanto que el grupo Experimental y Control positivo no se nota la cicatriz.

OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA (DESCRIPCIONES HISTOLÓGICAS)

Cortes Histológicos de 15 días de evolución

- I. Placebo (Vaselina): Estrato córneo normal, epidermis engrosada. Presencia de vasos sanguíneos en la cicatriz, poca cantidad de folículos pilosos; tejido conjuntivo laxo, gran cantidad de colágena, fibras de colágena estrechamente unidas con orientación paralela a la superficie. Mayor cantidad de células inflamatorias en la dermis papilar. Tejido cicatrizal sin glándulas sebáceas.

- II. Experimental (Gallito): Estrato córneo normal, epidermis engrosada. Presencia de vasos sanguíneos, tejido conjuntivo laxo, fibras de colágena delgadas y estrechamente unidas hacia la epidermis, gran cantidad celular o infiltrado celular en dermis papilar. Sin folículos pilosos y glándulas sebáceas. Cicatriz más estrecha que en los otros tratamientos.

- III. Control positivo (Recuperón): Estrato córneo normal, epidermis engrosada. Vasos sanguíneos en toda la dermis, tejido conjuntivo laxo. Fibras de colágena dispuestas en diferentes direcciones. Sin glándulas sebáceas y folículos pilosos.

- IV. Control negativo (Sin Gallito): Estrato córneo normal, epidermis engrosada. Tejido conjuntivo laxo, fibras de colágena delgadas; gran cantidad de células inflamatorias en dermis papilar. Poca cantidad de vasos sanguíneos; sin folículos pilosos y células sebáceas.

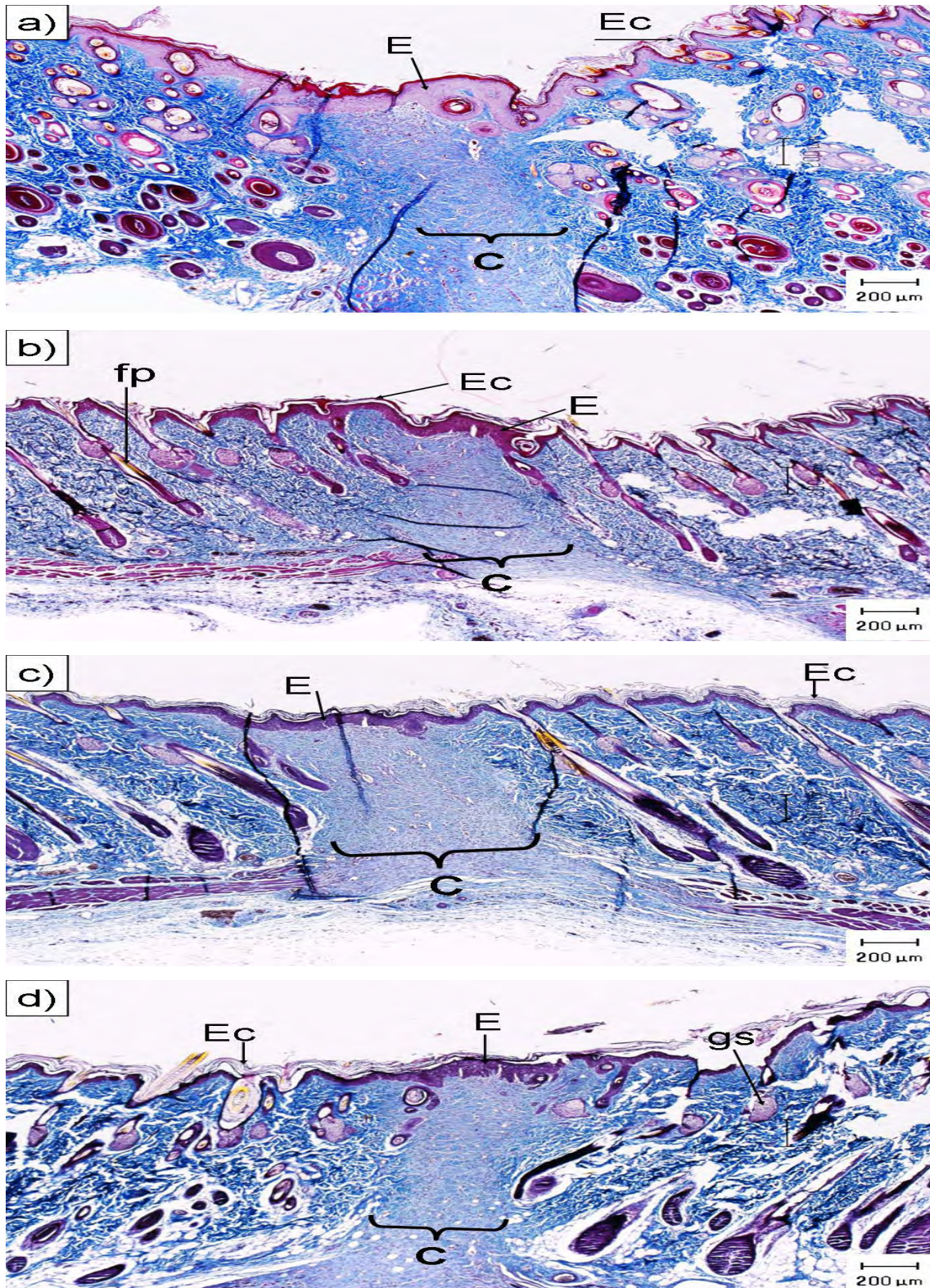


Figura 10. Fotomicrografías de tejido cicatrizal con 15 días de evolución de todos los grupos. (Ec) Estrato corneo, (E) Epidermis, (C) Cicatriz, (fp) Folículo piloso y (gs) Glándula sebácea. (a) Placebo, (b) Experimental, (c) Control positivo, (d) Control negativo. Todos los tratamientos presentaron epidermis engrosada. El tejido cicatrizal en el grupo Experimental, en promedio es menor a los otros tratamientos. Corte transversal. Tricrómico de Masson. Campo claro. 10X.

Cortes histológicos de 30 días de evolución

- I. Placebo (Vaselina): Estrato corneo y epidermis normal, Presencia de vasos sanguíneos y el tejido conjuntivo laxo en dermis papilar. Fibras de colágena estrechamente unidas en dermis reticular. Sin folículos pilosos y glándulas sebáceas.

- II. Experimental (Gallito): Estrato corneo y epidermis normal. La dermis papilar presenta vasos sanguíneos, el tejido conjuntivo es laxo y hay folículos pilosos y glándulas sebáceas. Las fibras de colágena se encuentran estrechamente unidas en la dermis reticular.

- III. Control Positivo (Recoverón): Estrato corneo y epidermis normal. Tejido conjuntivo laxo, fibras de colágena delgadas. Sin presencia de folículos pilosos y glándulas sebáceas.

- IV. Control Negativo (Sin Gallito): Estrato corneo y epidermis normal, Infiltrado celular profundo. Tejido conjuntivo laxo, fibras de colágena delgadas. Poca cantidad de vasos sanguíneos en la dermis. Sin folículos pilosos y glándulas sebáceas

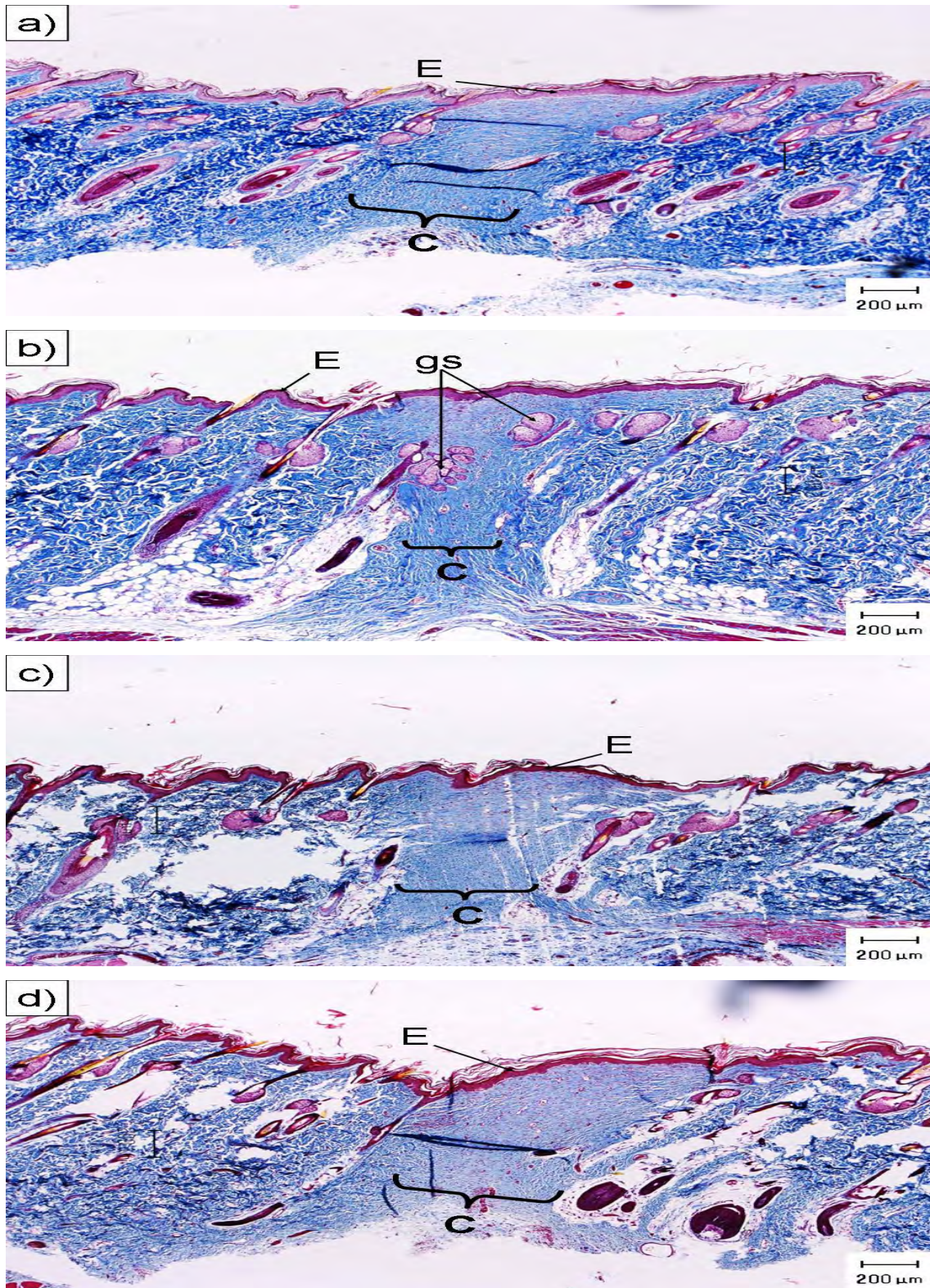


Figura 11. Fotomicrografías de tejido cicatrizal con 30 días de evolución de todos los grupos. (E) Epidermis, (C) Cicatriz (s) Glándula sebácea (a) Placebo, (b) Experimental, (c) Control positivo, (d) Control negativo. Todos los tratamientos presentaron la epidermis normal. En el tejido cicatrizal del grupo experimental se observan glándulas sebáceas; la cicatriz fue menor en comparación con los demás tratamientos. Corte transversal. Tricrómico de Masson. Campo claro. 10X.

POBLACIONES CELULARES

Como se mencionó en el método, se contaron células por campo con el objetivo de 40X de un microscopio Zeiss acoplado a un tubo de dibujo; se tomaron 5 campos al azar de cada corte por animal de cada grupo y se contó el número de fibroblastos, linfocitos, neutrófilos y macrófagos.

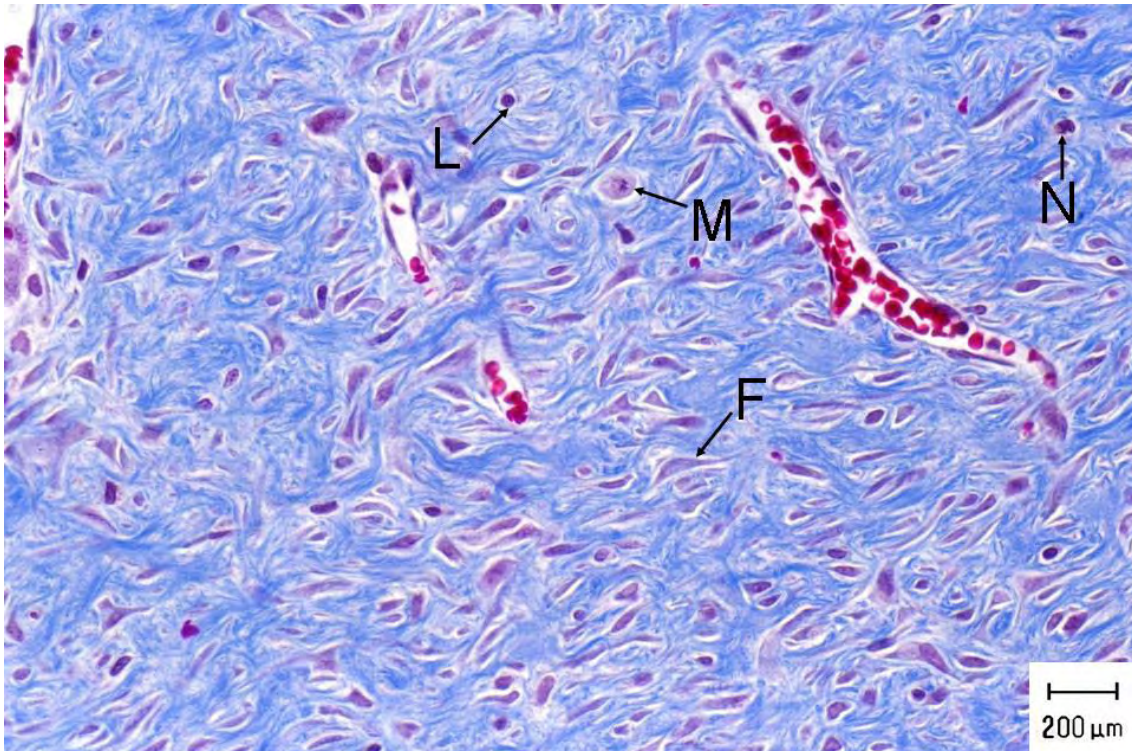


Figura 12. Fotomicrografía de las células inflamatorias dentro del tejido cicatrizal (cicatriz). (F) Fibroblasto, (L) Linfocito, (M) Macrófago y (N) Neutrófilo. Corte Transversal, Tricrómico de Masson. Campo claro. 100X.

FIBROBLASTOS

Se observó un número importante de fibroblastos en especial en el grupo Experimental (Gallito) tanto a los 15 como a los 30 días. Se encontró menor cantidad en los demás grupos. El menor número de fibroblastos se encontró en el grupo Placebo a los 15 y 30 días de tratamiento (Figura 12).

La prueba estadística de Anova mostró que existen diferencias significativas entre los grupos. Y la prueba de Tukey HDS ($\alpha= 0,05$) reveló que el grupo Experimental fue mayor a todos los grupos en ambos tiempos de tratamiento.

Cuadro 3. Valores de F y Nivel de Significancia (N.S.) de la cantidad de Fibroblastos. Resultados obtenidos con la prueba de ANOVA realizada con el programa Statistica Module Switcher.

TIEMPO	F	N. S.
15 DIAS	284,6608	0,0000001
30 DIAS	27,8282	0,0000001

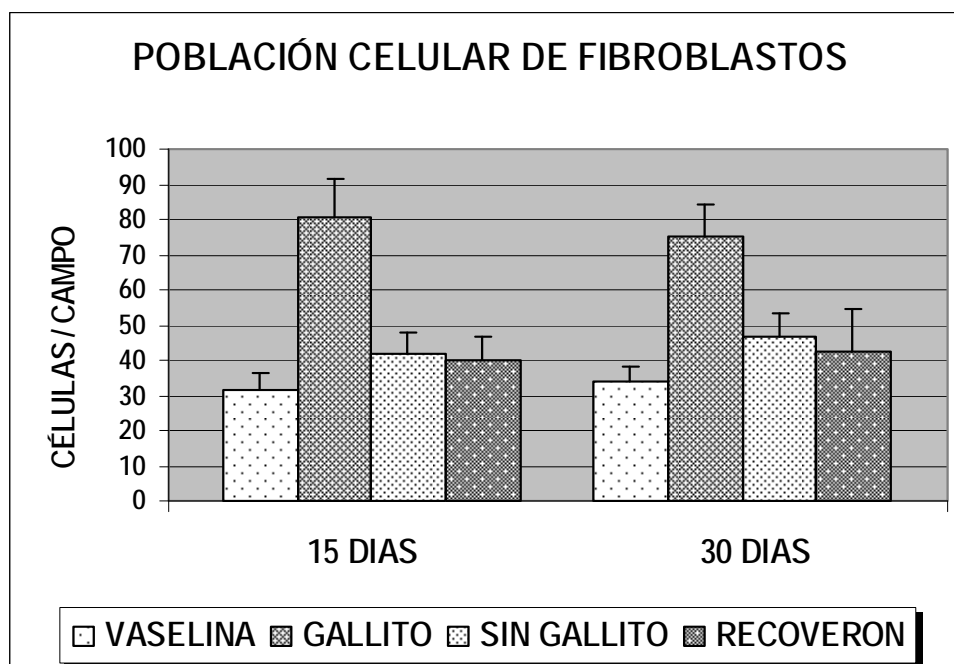


Figura 13. Densidad poblacional de fibroblastos (células / campo) a 15 y 30 días de cicatrización. n= 5.

LINFOCITOS

El número de linfocitos es bajo en todos los grupos, sin embargo, el grupo Experimental (Gallito) presentó un número mayor de células por campo. Se observó que la cantidad de linfocitos no disminuyó a lo largo del tratamiento, se encontró la misma cantidad de células a los 15 días que a los 30 días. El número de Linfocitos fue muy similar en los grupos Placebo, Sin Gallito y Recoverón (Figura 14).

Se observó una diferencia significativa entre el grupo experimental y el resto de los otros tratamientos.

Cuadro 4. Valores de F y Nivel de Significancia (N.S.) de la cantidad de Linfocitos.

TIEMPO	F	N. S.
15 DÍAS	8,5841	0,000042
30 DÍAS	11,1641	0,000002

La prueba de Tukey HDS reveló que el grupo Experimental es distinto a todos los demás tratamientos.

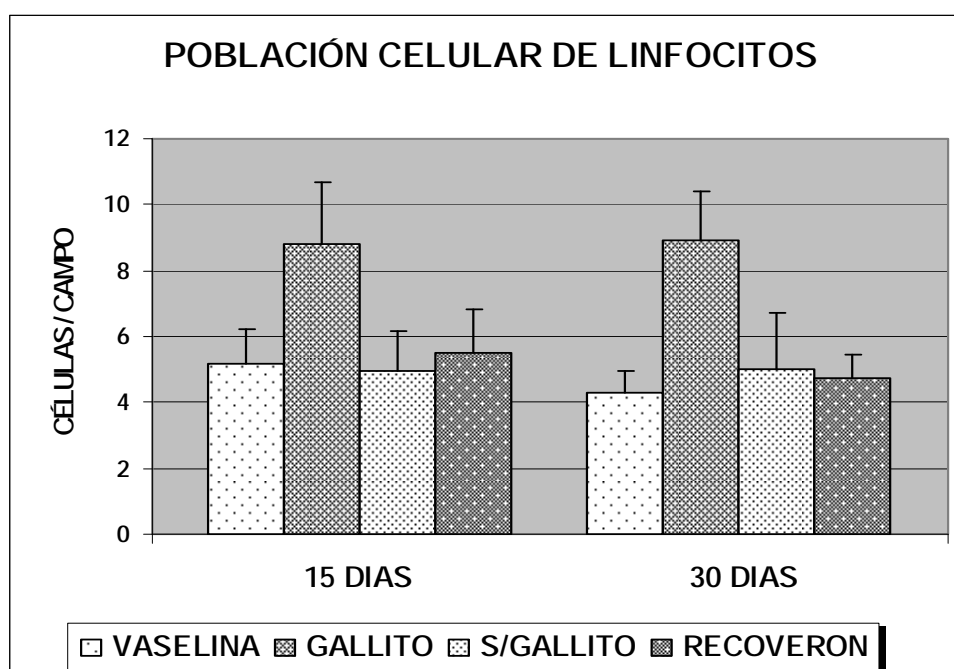


Figura 14. Comportamiento poblacional de linfocitos a los 15 y 30 días de experimentación. n= 5.

NEUTRÓFILOS

El número de neutrófilos encontrados fue bajo en todos los grupos. La mayor cantidad de neutrófilos la presentó nuevamente el grupo Gallito y la menor cantidad el grupo Sin Gallito. Se encontró en todos los grupos mayor cantidad de células a los 15 días en comparación a los 30 días. No hubo diferencia significativa entre los grupos (Figura 15).

La prueba de Tukey HDS indicó que a los 15 días de tratamiento, el grupo Experimental es similar a los grupos Placebo y Control positivo, pero distinto y

mayor al Control negativo. A los 30 días el grupo Experimental no mostró diferencias significativas respecto al grupo Placebo, pero sí fue diferente y mayor a los grupos Control positivo y Control negativo y distinto a los demás grupos. Sin embargo, en este caso es difícil la estimación ya que se trata de una diferencia de una célula.

Cuadro 5. Valores de F y Nivel de Significancia (N.S.) de la cantidad de Neutrófilos encontrados en ambos tiempos de tratamiento.

TIEMPO	F	N. S.
15 DÍAS	3,469036	0.019157
30 DÍAS	4.678751	0,004288

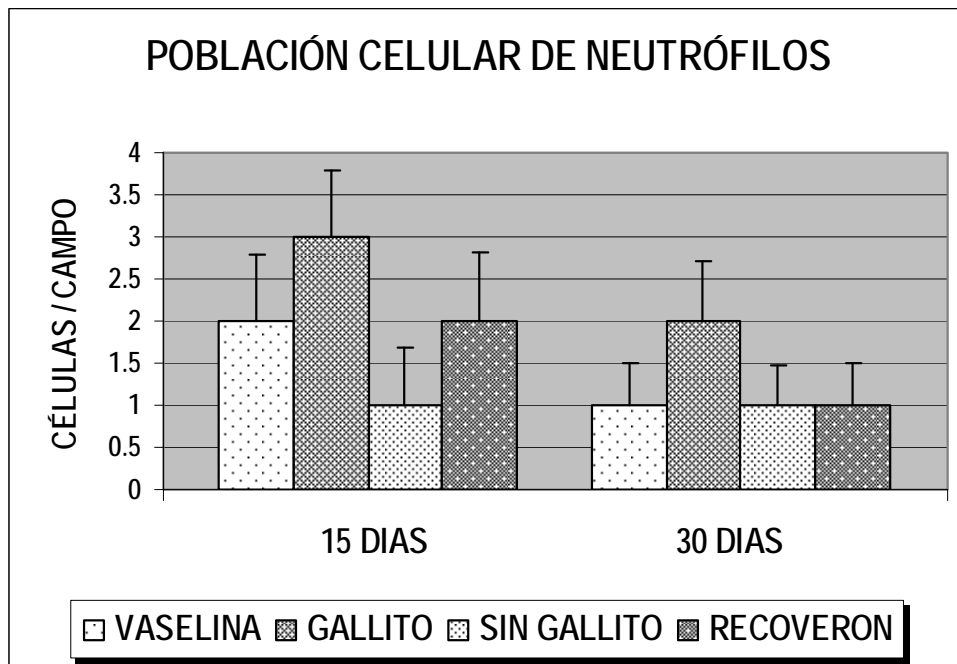


Figura 15. Población celular de neutrófilos observados tanto a los 15 como a los 30 días de tratamiento. El error estándar representado en la grafica se calculo con un $\alpha = 0.05$, $n = 5$.

MACRÓFAGOS

La cantidad de macrófagos fue escasa, siendo el grupo Gallito el que mayor número presentó. En general la población celular disminuyó a los 30 días con respecto a la población encontrada a los 15 días (Figura 17).

El ANOVA mostró diferencias significativas en ambos tiempos de tratamiento (Cuadro 6).

La prueba de Tukey HDS reveló que a los 15 días el grupo Experimental es mayor a todos los demás grupos. Sin embargo, a los 30 días es mayor y diferente a los grupos Control positivo y negativo y similar al grupo Placebo.

Cuadro 6. Resultados de la prueba de ANOVA en relación a la cantidad de macrófagos encontrados tanto a los 15 como a los 30 días.

TIEMPO	F	N.S.
15 DIAS	2,3133	0,000001
30 DÍAS	2,0316	0,000003

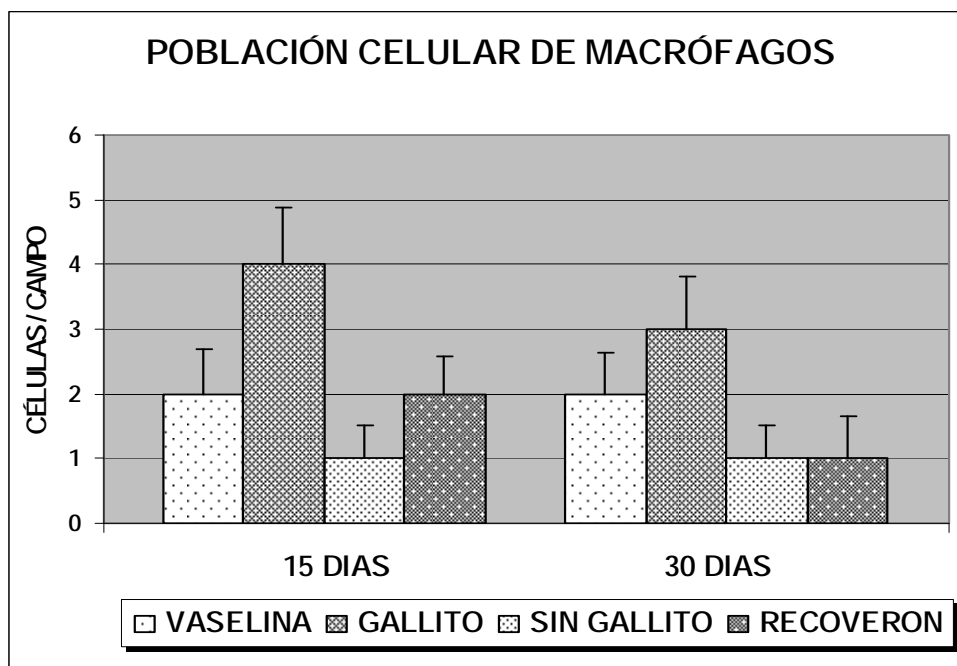


Figura 16. Densidad poblacional de macrófagos en los diferentes tiempos de experimentación.

MEDICIÓN DEL GROSOR DE LA CICATRIZ

Después de realizar la cuantificación de las células inflamatorias, se calculó el grosor de la cicatriz con base en tres mediciones en diferentes niveles, superior, medio e inferior, paralelos a la epidermis en 5 repeticiones de cada tratamiento, en cada tiempo. De estas medidas se obtuvo el promedio para cada corte histológico y el promedio final por tratamiento a los dos diferentes tiempos.

Se encontró que el tamaño de la cicatriz del grupo Gallito es menor en ambos tiempos de tratamiento en comparación con los demás grupos. El tamaño de la cicatriz disminuyó a lo largo del tratamiento, es decir, en todos los grupos la cicatriz fue menor a los 30 días que a los 15 días; con excepción del grupo Placebo (Figura 16).

El ANOVA reveló que sólo existen diferencias significativas a los 30 días de tratamiento con un $F= 5,2905$ a un $N:S. = 0,010012$. Mientras que a los 15 días todos los grupos se comportaron igual, no existieron diferencias significativas, con un $F=0,535386$ y un $N.S. =0,664661$. La prueba de Tukey HDS a los 30 días mostró que el grupo Experimental es distinto y mayor sólo al grupo Placebo y similar a los demás grupos.

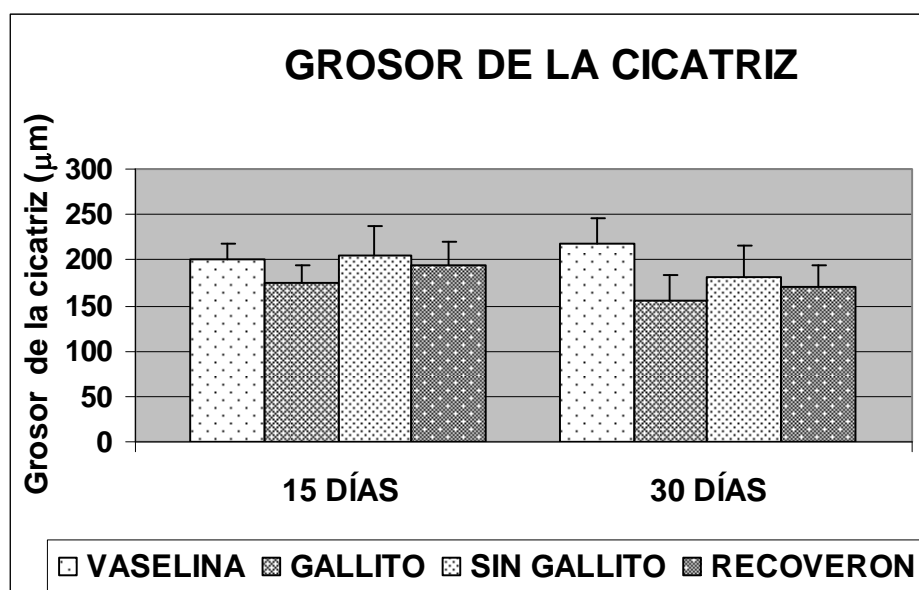


Figura 17. Tamaño de la cicatriz (μm) de todos los grupos a los 15 y 30 días de cicatrización. $n=5$.

7.2.1 DISCUSIÓN

Todos los animales de los cuatro grupos experimentales presentaron un cierre de la herida a los 15 días excepto dos animales pertenecientes al grupo Recoverón. El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre los tratamientos en relación a la evolución del cierre de la herida a lo largo de los 15 días. ($F=1,4472$; $N.S.=0,037350$), por lo que la pomada elaborada con rizoma de “gallito” no obstaculizó la cicatrización de las heridas y por el contrario favoreció un cierre más uniforme, sin presentar la línea de la lesión. La Farmacopea Herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos (2001) señala que las plantas medicinales pueden llegar a causar efectos adversos que llegan a ser tóxicos; sin embargo, en el caso de la pomada con rizoma de gallito no se encontró ninguna respuesta desfavorable.

Dado que el experimento se realizó con las medidas de asepsia necesarias, ninguno de los tratamientos presentó infección durante el tiempo de observación, lo cual concuerda con las observaciones del estudio etnobotánico referido a la herida con machete y la úlcera varicosa, que cerraron favorablemente tratadas con pomada de Gallito.

También guarda relación con la actividad antimicrobiana y antifúngica que posee *D. drakena* (Balestrin, 2006; Lentz et al., 1998) ya que con ello se favoreció la recuperación sin complicaciones de infección en las heridas mencionadas. Esto también indica que es poco probable la infección de la herida, al utilizar la pomada con *D. drakena*, manteniendo las condiciones necesarias de higiene para tratar una lesión.

Además, en experimentos donde se analiza la propiedad antidiarreica de *D. drakena*, se ha observado que el extracto etanólico inhibe el efecto de la toxina del cólera sobre el intestino afectado por diarrea, inhibiendo la acumulación de fluidos en los pliegues intestinales (Kyerematen et al., 1985). Esta característica haría referencia a una actividad antiinflamatoria que contribuiría a mejorar la cicatrización.

El tipo de cicatrización de segunda intención, permitió una recuperación no superior a los 15 días, siendo ésta más rápida en comparación con las heridas circulares que se reportan con 21 días de cicatrización (Tillán et al., 2004; León, 2002; Domínguez, 2001). En estas últimas el proceso se relaciona a una mayor área dañada que el organismo debe reponer, a diferencia de la lesión incisa manejada en el presente trabajo, donde los bordes quedaron más cercanos y con mayor facilidad de unión.

Aunque las heridas circulares permiten observar con mayor detenimiento el proceso de cicatrización, las lesiones más comunes que se producen en el organismo humano son las lesiones incisivas (Torres, 1986) por lo que el modelo de lesión trabajado en este proyecto es más cercano a la realidad cotidiana.

El grupo experimental (Gallito), presentó significativamente mayor cantidad de fibroblastos y linfocitos que los demás grupos. A su vez tuvo mayor cantidad de neutrófilos y macrófagos aunque sólo hubo diferencias significativas de macrófagos en comparación a los grupos Control positivo y negativo. La presencia de estas células en mayores proporciones refleja una mejor infiltración celular después de la lesión del tejido, con la aplicación de la pomada de Gallito, ya que las primeras células en penetrar en el sitio de la herida son los neutrófilos, la segunda población de células inflamatorias son los macrófagos y por último aparecen los linfocitos T que son un puente en la transición de la fase inflamatoria a la fase proliferativa, como lo refiere Schwartz (2006). La presencia de un mayor número de fibroblastos cuya principal función es la síntesis y remodelación de la matriz extracelular permite suponer una síntesis y remodelación de la matriz extracelular mayor lo que externamente se observa como una cicatriz en donde no es evidente la línea de la lesión.

Aunque el grupo Gallito presentó mayor cantidad de células inflamatorias por campo, comparando con los demás grupos, esto no representa un obstáculo para el proceso de reparación de la herida ya que se trata de un número pequeño de células (8 linfocitos por campo y de 3 a 4 neutrófilos y macrófagos por campo), lo que indica que el proceso inflamatorio no se prolongó por el uso de la pomada con rizoma de *D. drakena* (Gallito) en comparación con trabajos

similares con pulverizado de hueso en donde las poblaciones de dichas células se presentan en mayor cantidad y las poblaciones llegan a ser hasta de 15 células por campo (León 2001).

Contar con una población de neutrófilos y macrófagos dentro del área de la cicatriz es favorable debido a que ambos presentan, principalmente actividad fagocítica (Schwartz, 2006; Torres, 1986) por lo que evitan infecciones dentro de la herida. Sin embargo, los macrófagos presentan otras actividades muy importantes: activan e incorporan otras células como fibroblastos por la vía de los mediadores como citocinas y factores de crecimiento, por lo que regulan la proliferación celular y la síntesis de la matriz (Schwartz, 2006; Cotran et al., 2000).

La presencia de macrófagos a los 30 días está dada por la actividad de regular la proliferación celular y la síntesis de la matriz, siendo importante su actividad en el proceso de remodelación del tejido cicatrizal, como fue el caso de la lesión tratada con pomada de Gallito, donde la cicatriz tuvo un mejor proceso de remodelación, por lo cual fue menos notoria.

Por otra parte aunque se desconoce la función de los linfocitos T en la cicatrización de una herida, también se sabe que son esenciales para la misma (Schwartz, 2006). Es por esto que resultó importante que los animales tratados con *D. drakena* hayan sido los que presentaron un mayor número de linfocitos T, en comparación con los demás tratamientos, lo que puede estar indicando que existe una influencia positiva utilizando *D. drakena* para la cicatrización de heridas incisas.

Es común que el proceso de reparación de una herida se deba a una combinación de dos procesos, la regeneración de las células parenquimatosas nativas (del tejido afectado) y por cicatrización (proliferación de tejido fibroblástico) (Cotran et al., 2000). En este estudio se encontró que fue menor el tamaño global de la cicatriz en el grupo Experimental (Gallito), por lo que la combinación de ambos procesos antes mencionados se estimuló al utilizar la

pomada con rizoma molido de *D. drakena*; ello sugiere que la remodelación fue mayor en este tratamiento con respecto a los demás.

Las Moráceas se encuentran dentro del grupo de las familias donde se han reportado cumarinas: Leguminosas, Meliáceas, Compuestas y Solanáceas, pero su mayor ocurrencia se presenta en las Rutáceas y en las Umbelíferas o Apiáceas. Las furanocumarinas son sustancias que poseen el núcleo Benzo- α -pirona (cumarina) adosado un anillo de furano. Son 6,7-furanocumarinas y 7,8-furanocumarinas (Correa, 2007; Bruneton, 2001; Kuklinski, 2000). Dado que las furanocumarinas son solubles en disolventes orgánicos apolares (éter etílico, cloroformo) (Kuklinski 2000), es fácil interpretar por qué las personas de la comunidad de Xochipala utilizan como base de la preparación de la pomada de Gallito a la manteca de cerdo, debido a sus propiedades no polares y a que es un material orgánico al que tienen acceso.

La principal actividad biológica que se les atribuye a las furanocumarinas sobre las células es fotosensibilizante y, por esta razón, se pueden utilizar en terapéutica para el tratamiento de la psoriasis (Bruneton, 2001; Kuklinski, 2000) y fototóxica, este último efecto se produce después de un contacto con el producto, seguido de exposición a la luz solar y se favorece con la humedad. (Correa, 2007; Bruneton, 2001).

Considerando el reporte de la presencia de cumarinas en *D. drakena* (Balestrin, 2006; Rojas-Lima et al., 1999) se señala en la bibliografía que las cumarinas poseen actividad anticarcinogénica y antitrombótica. Además, se está investigando su posible actividad como antioxidantes, principalmente en la cumarina encontrada en *Citrus* (bergapteno) cuya actividad antioxidante es considerablemente notoria, equiparada a la actividad de los limonoides (Jun Yu et al., 2005). Esto resulta relevante ya que Gallito posee dentro de sus componentes al bergapteno, por lo que se puede deducir que probablemente la planta mezclada en la pomada de uso tradicional, también posea actividad antioxidante.

En la cicatrización, los neutrófilos y macrófagos son células fagocíticas que liberan radicales libres como parte de su proceso de destrucción de materiales extraños. Si se incrementa el nivel de radicales libre, se provoca un estrés oxidativo que es causa de un estado de patogénesis. Es posible que las furanocumarinas de *D. drakena* estén contribuyendo con su actividad antioxidante, a regular el nivel de los mismos, mejorando así el proceso de cicatrización.

El sitosterol reportado también en *D. drakena* (Rojas-Lima, 1999) es un esteroide de origen vegetal que se encuentra en todas las plantas. Recientes investigaciones destacan su actividad biológica como anticolesterémico (reduce el colesterol en sangre) y por su ayuda al tratamiento de cáncer de próstata (Bruneton, 2001).

El efecto fotosensibilizante descrito para la mayoría de las furanocumarinas no se observó en los animales usados para este experimento principalmente porque las ratas Wistar no fueron expuestas a luz ultravioleta. En cuanto a los antecedentes etnobotánicos las personas tampoco hicieron referencia a ninguna molestia, esto debido a que las heridas no se exponen al sol. De hecho, una recomendación de uso popular es no exponer la herida a la luz solar.

El tamaño global de la cicatriz fue significativamente menor a los 30 días de tratamiento, en el grupo experimental en comparación a los otros grupos. Y nuevamente por la mayor cantidad de fibroblastos, presentes en este tratamiento se infiere que la resistencia y estética de la cicatriz en este tratamiento fue mejor.

La actividad cicatrizante puede ser resultado de los diferentes efectos de las furanocumarinas presentes en *D. drakena*, como antioxidantes, antibacteriano, antifúngico y el efecto antiinflamatorio por el sitosterol, también reportado en la especie.

7.3. ESTUDIO ANATÓMICO DEL RIZOMA DE *Dorstenia drakena*

Observaciones de Campo

Se encontraron varias plantas en el sitio de colecta, que se reconocieron por sus partes aéreas (hojas e inflorescencias pecioladas); estas brotan principalmente del ápice del rizoma, aunque también surgen de las partes medias del tallo. Los hijuelos que nacen de las yemas axilares inicialmente no se separan de la planta principal, pero a medida que se desarrollan, se pueden observar cerca de la planta madre sin estar unidos, sólo enredados por sus raíces y entonces es común encontrar no sólo una planta, sino grupos de plantas.

Al terminar la temporada de lluvias, gradualmente las hojas y las inflorescencias pecioladas mueren, el rizoma queda en el suelo y en él se observa un par de estípulas persistentes por cada huella foliar.

Descripción anatómica del rizoma

El órgano es hipogeo y alargado y con múltiples raíces laterales. Exteriormente con un color café claro y en la parte interna un color blanco aperlado o hueso. En fresco es suave y aromático y cuando está seco es duro y muy fragante. La superficie externa es de apariencia rugosa con surcos longitudinales prominentes, correspondientes posiblemente a los nudos. Presenta múltiples huellas foliares o cicatrices de hojas pecioladas (Figura 18d), en cuya base se encuentra un par de estípulas subuladas (estrechadas hacia el ápice hasta rematar en punta fina) provenientes de la base de cada pecíolo (Figura 17) y que persisten a la caída de las hojas pecioladas. Las estípulas (Figura 18d) a su vez presentan una gran cantidad de tricomas simples.

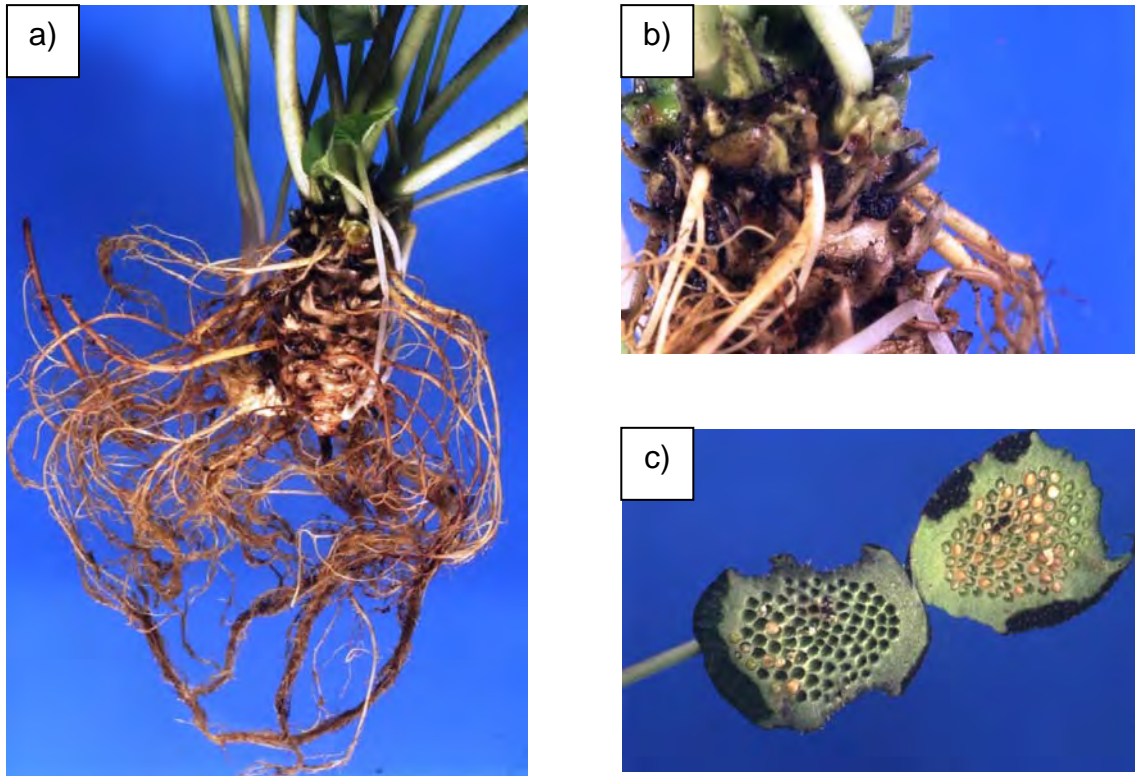


Figura 18. Características morfológicas del rizoma e inflorescencia de *Dorstenia drakena*. (a) Vista del rizoma completo, se observan las raíces laterales y las bases de los pecíolos; (b) Rizoma con las estípulas en la base de cada pecíolo; (c) Receptáculo ovalado y peciolado de *D. drakena*, corte tangencial del receptáculo del fruto, en el que se observan las semillas.

Características microscópicas

Epidermis

La epidermis del rizoma es uniestratificada con cutícula (Figura 18a) y constituye un tejido de protección cuyas células son de forma rectangular con paredes gruesas; no existen espacios intercelulares en las células epidérmicas. Esta capa de tejido, muestra zonas de cicatrización, que corresponden a regiones en las que hubo algún pecíolo. En la epidermis se reconocen dos tipos de tricomas; glandular y unicelular simple (Figura 18e y f).

Tejido fundamental

Córtex

El córtex, situado por debajo de la epidermis, está constituido por células parenquimatosas de paredes primarias delgadas, rectangulares, con un citoplasma hialino en el que se notan plastidios muy pequeños (Figura 19f). La prueba histoquímica de lugol reveló que estos plastidios, contienen gránulos de almidón. Dentro del área del córtex se observaron células alargadas con contenido celular que corresponden a los laticíferos no articulados (Figura 19a).

Médula

Se observó la médula en la región central del rizoma y está constituida por células de parénquima de forma isodiamétrica y paredes primarias delgadas (Figura 18a).

Tejido Vascular Secundario

El tejido vascular en el rizoma está formado por un anillo concéntrico. Sin embargo, el anillo es discontinuo y está formado por fascículos vasculares independientes, haces vasculares colaterales abiertos, inmersos en una matriz de tejido parenquimático (Figura 18b).

Los fascículos se conforman por Xilema secundario, Floema secundario y entre ambos existe un cámbium fascicular de tres estratos celulares. En la periferia de los haces vasculares, sobre el floema, se observan fibras con un alto grado de lignificación.

Floema secundario

El floema es escaso y lo conforman dos tipos celulares, distribuidos en dos regiones, una región colapsada y la otra no. La región no colapsada tiene elementos del tubo criboso. Las células que conforman la región colapsada

tienen forma de cono y corresponden a células de parénquima con paredes delgadas (Figura 19b).

Xilema secundario

El xilema consiste de elementos de vaso circulares entre los cuales se observaron fibras y células parenquimatosas. Los vasos se encuentran anastomosados y su ornamentación es de tipo escalariforme (Figura 19b).

Radios

Los radios se encuentran entre los fascículos, no surgen de la médula y se dilatan compactando las células del floema. Estos radios son homogéneos multiseriados y los hay de cinco hasta siete células (Figura 18c).

Disociados

El disociado confirmó la presencia de laticíferos no articulados, la ornamentación de los vasos de tipo helicoidal y permitió realizar la medición de longitud y diámetro tanto de fibras como de elementos de vaso (Figura 19b y 19c).

Cuadro 7. Parámetros estadísticos de los vasos y fibras de *D. drakena*. (n= 25)

Carácter	Longitud (µm)	Diámetro (µm)	Coefficiente de Variación	
			Longitud	Diámetro
VASOS	119.07±53.24	19.76±6.76	0.44	0.34
FIBRAS	688.63±87.12	0.98±0.32	12.65	32.46

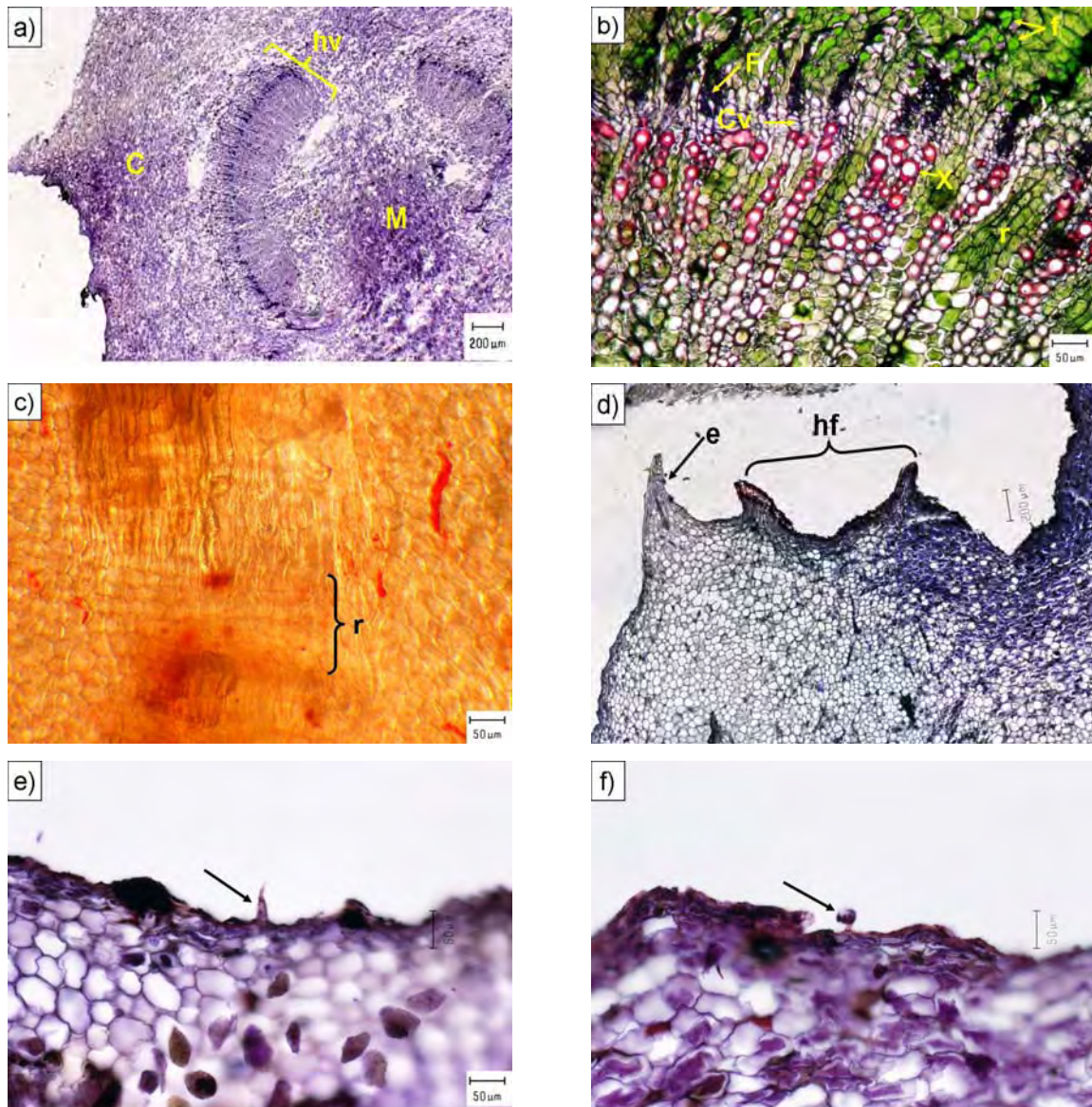


Figura 19. Fotomicrografías de la anatomía del rizoma de *Dorstenia drakena*. (a) Corte Transversal. Médula (M), haces vasculares independientes (hv) y Córtex (C); Tinción Cuádruple de Johansen, 5X. (b) Corte Transversal. Fascículos independientes Floema (F), Xilema (X) Cámbium vascular (Cv); Tinción Cuádruple de Johansen, 50X. (c) Corte Radial. Radios homogéneo multiseriado; Rojo O, 50X. (d) Corte transversal. Estípula (e) y huella foliar (hf); Tinción Cuádruple de Johansen, 50X. (e) Corte Transversal. Tricoma simple unicelular, Tinción Cuádruple de Johansen, 50X. (f) Corte Transversal. Tricoma simple unicelular, Tinción Cuádruple de Johansen, 50X.

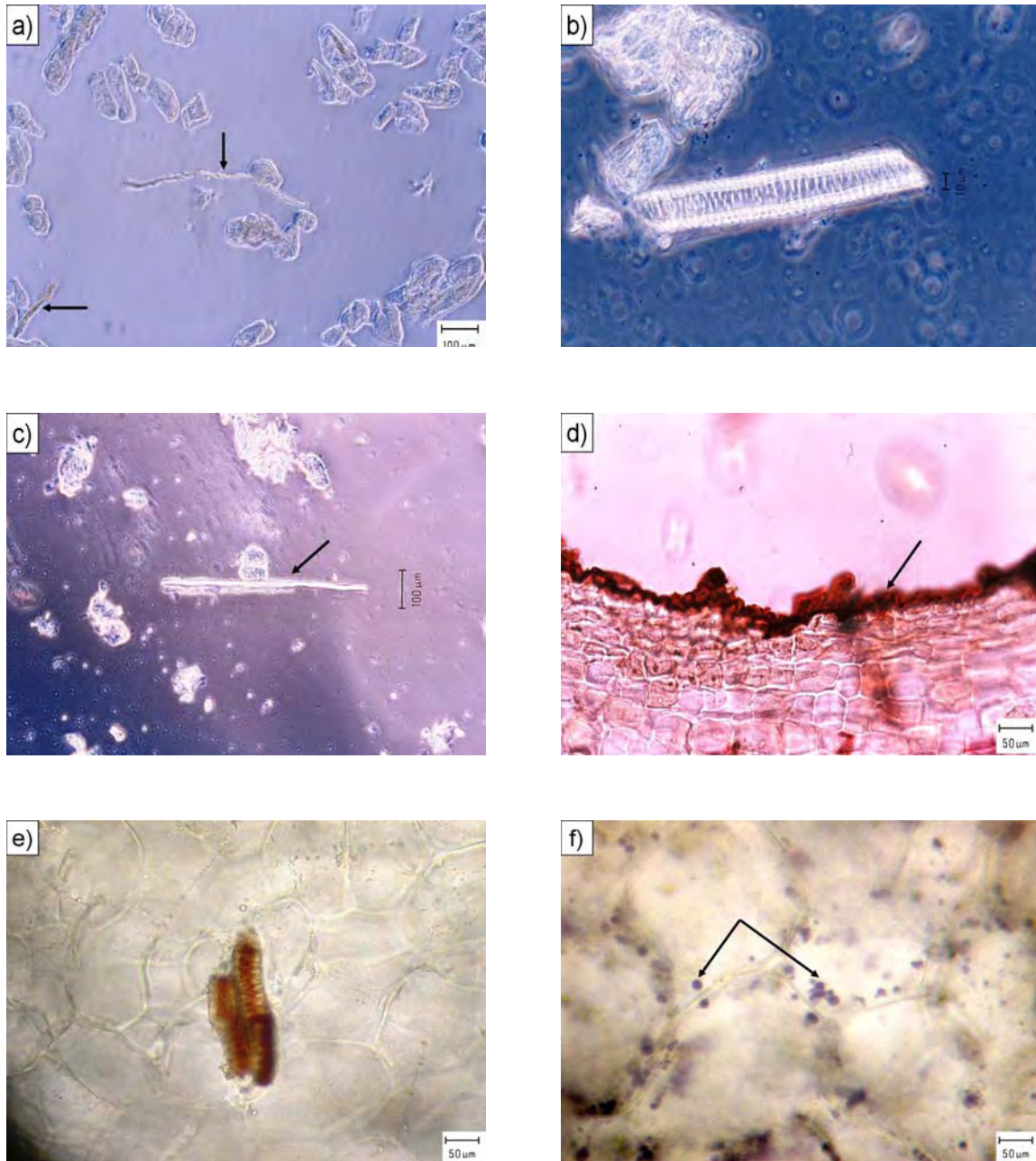


Figura 20. Fotomicrografías del rizoma de *Dorstenia drakena*. (a) Disociado, laticífero no articulado, Contraste de Fases; 100X. (b) Disociado, Elemento de vaso con ornamentación escalariforme, Polarización; 100X. (c) Disociado. Fibra, Polarización; 100X. (d) Corte transversal; epidermis con cutícula, Rojo O; 25X. (e) Corte Transversal en fresco, Vasos obliterados, con taninos, Vainillina; 50X. Corte transversal, Gránulos de almidón, Lugol; 50X.

7.3.1 DISCUSIÓN

El rizoma de *D. drakena* es básicamente un tallo subterráneo y al igual que otros tallos subterráneos, como la papa, tiene función de almacenamiento de reservas (Raven, 1992). La técnica histoquímica de lugol, tanto en tejido en fresco como en material procesado, reveló la presencia de pequeños gránulos de almidón en todas las células de pared primaria correspondientes a parénquima de reserva.

Este órgano es también una importante estructura reproductora que invade áreas cercanas a la planta original, pues de cada nudo puede surgir un hijuelo florífero, que al desarrollarse se mantiene cercano a la planta principal formando un nuevo individuo.

Un estudio florístico hecho con dos especies del género *Dorstenia*: *D. gracilis* y *D. schulzii*, confirma que las plantas pertenecientes a este género tienen un rizoma, muchas raíces fibrosas, hojas pecioladas, estípulas subuladas y una epidermis uniestratificada (Carauta et al., 1976). Tal y como se describen en los resultados, todas estas características también se encontraron presentes en *D. drakena*, especie estudiada en este trabajo.

La especie en estudio obedece a los patrones morfológicos de la familia, por la presencia de laticíferos en el tejido parenquimatoso del córtex y de tricomas simples en la epidermis del rizoma de la planta, así como por la presencia de un par de estípulas en la base de cada pecíolo, como la refieren Walter (2002) y Walter y Dirik (1996), quienes las señalan como características propias de la Familia Moraceae. Las estípulas del género *Dorstenia* son reducidas en relación al resto de los géneros de la familia. En la familia Moraceae los laticíferos están ubicados en el parénquima del córtex y el látex que contienen es extraordinariamente diverso en diferentes miembros de la familia (Cronquist, 1981).

La presencia de laticíferos en las Moraceae está ampliamente documentada. Esau (1965) describe laticíferos no articulados, que pueden o no ramificarse,

para varias familias entre las cuales está la familia Moraceae. En *Brosimum gaudichaudii*, una Moraceae, se reporta la presencia de laticíferos no articulados con ramificaciones perpendiculares (Jacomassi et al., 2007).

El utilizar la tinción Cuádruple de Johansen (López, 2000) en el estudio anatómico permitió detectar una coloración púrpura en los laticíferos lo cual indica que estas células contenían almidón. Johansen (1940) reporta que en gran parte la composición del látex son los granos de almidón y recomienda el uso de la tinción Cuádruple para la detección de laticíferos.

Roth y Cova (1969) reconocen que otros rasgos generales para la Familia Moraceae son los radios en forma de abanicos irregulares, ausencia general de ritidoma y pocas fibras. Estas características coinciden con el presente trabajo, ya que se observaron los radios dilatados que comprimían al floema, tomando la forma de abanico irregular; no hubo ritidoma y la cantidad de fibras fue poca.

Existen otras plantas que presentan rizomas cuyo tejido vascular está constituido por fascículos independientes como el rizoma de *Dorstenia drakena*, tal es el caso de *Tidestromia rhizomatosa*, *T. valdesiana* y *Alternanthera caracasana* lo cual indica que este diseño no es exclusivo de *D. drakena* y es relativamente común en rizomas (Medina Ávila, 2007).

En el rizoma de *D. drakena* existe una mayor cantidad de Xilema secundario en comparación al Floema secundario, lo cual contrasta con la morfoanatomía de la Moraceae, *Brosimum gaudichaudii* que además presenta una peridermis en la raíz, laticíferos no articulados ramificados y fibras gelatinosas (Jacomassi et al., 2007). Sin embargo, estas dos plantas presentan características en común tales como laticíferos no articulados, aunque en *B. gaudichaudii* sean ramificados y en *D. drakena* no, radios parénquimáticos, gránulos de almidón, fibras en la región periférica del floema, tricomas simples y glandulares y una epidermis uniestratificada.

Las diferencias entre estas Moráceas están dadas probablemente por un habito distinto: *B. gaudichaudii* presenta habito arbustivo en comparación al habito herbáceo de *D. drakena*.

7.4 ANÁLISIS DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

El suelo de la localidad de colecta es somero, oscuro y presentó gran cantidad de rocas calizas, así como restos vegetales de la propia planta en estudio, y restos de otras plantas.

A continuación se resumen los resultados de las evaluaciones del suelo obtenido a tres profundidades (Cuadro 8):

Cuadro 8. Valores de los distintos análisis físicos y químicos obtenidos de las muestras del pozo: pH, Materia Orgánica (M.O.), Densidad Aparente (D.A.), Nitrógeno Inorgánico (N.I.), Fósforo Asimilable (Pasim), Sales intercambiables, Arena, Limo y Arcilla

Profundidad Cm	pH	M.O. %	D.A. g/cc	N.I. Ppm	Pasim ppm	Sales Intercambiables Cmol*/Kg				Arena %	Limo %	Arcilla %
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺			
						0-10	6.91	8.3	1.13			
10-20	6.98	5.8	0.96	5.55	0.58	29.9	1.5	0.26	0.2	50	40	10
20-30	6.95	9.3	1.05	4	4.36	33.9	1	0.25	0.18	23	60	17

La textura en todo el perfil varió de Franco Limoso a Franco Arenoso lo cual refleja altos contenidos de arena y limo, y bajos contenidos de arcilla que fluctúan entre el 10% y el 17%. (Figura 20).

El pH fue neutro con valores de 6.91 a 6.98 (Figura 21). La cantidad de materia orgánica presentó un rango de 8.3% en la superficie y aumentó en el último estrato hasta un valor de 9.3%.

Con respecto a las bases intercambiables (calcio, magnesio, sodio y potasio), se observó que el calcio es más alto que el magnesio. Los contenidos de calcio fueron más bajos en la superficie y aumentaron conforme incrementaba la profundidad; mientras que el magnesio presentó valores similares en todo el perfil.

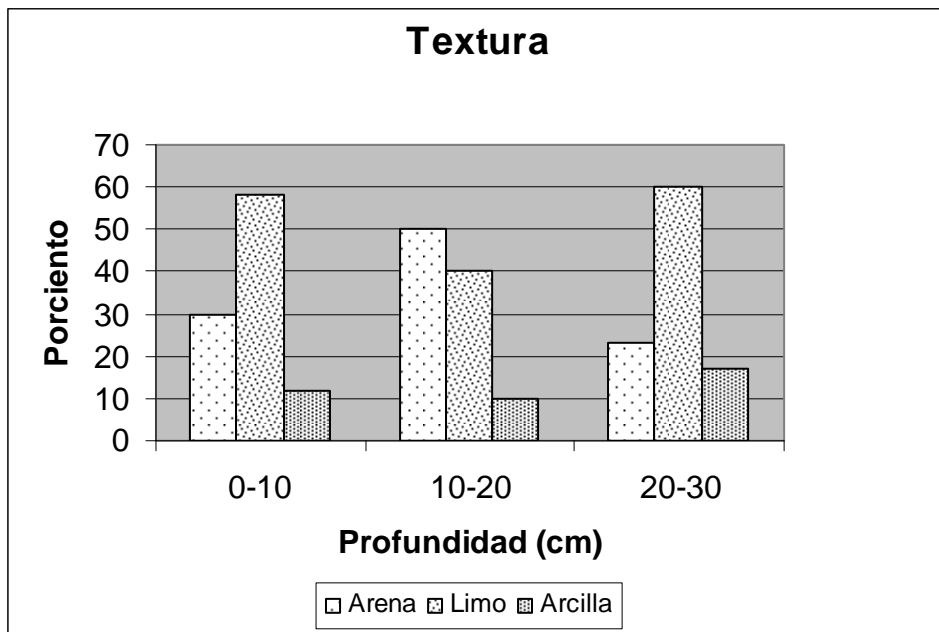


Figura 21. Valores en porcentaje de 3 variables, arena, limo y arcilla, de las muestras obtenidas del pozo.

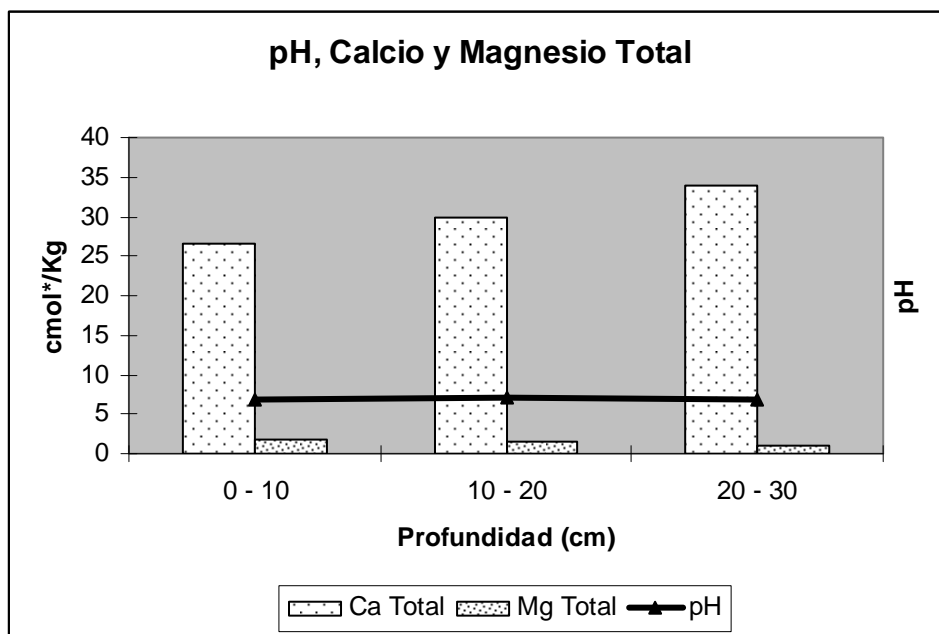


Figura 22. Valores de pH, calcio total (cmol⁺/Kg) y magnesio total (cmol⁺/Kg) en las muestras del pozo.

Los valores de potasio fueron muy bajos y disminuyeron aun más con la profundidad con valores de 0.4 a 0.18 cmol⁺/Kg. Lo mismo sucedió con el contenido sodio.

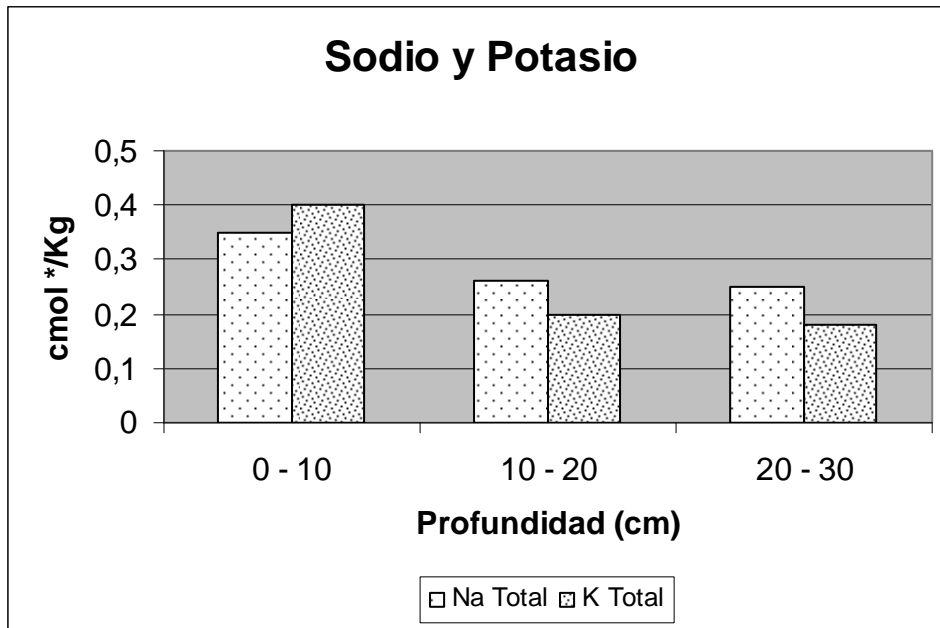


Figura 23. Valores de sodio total (cmol⁺/kg) y potasio total (cmol⁺/kg) en las muestras obtenidas del pozo.

Los contenidos de nitrógeno inorgánico fluctuaron entre 9.58 y 4ppm y los contenidos de fósforo fueron irregulares, fluctuando entre 0.58 y 8.05ppm. Ambos nutrientes disminuyeron en cantidad con la profundidad.

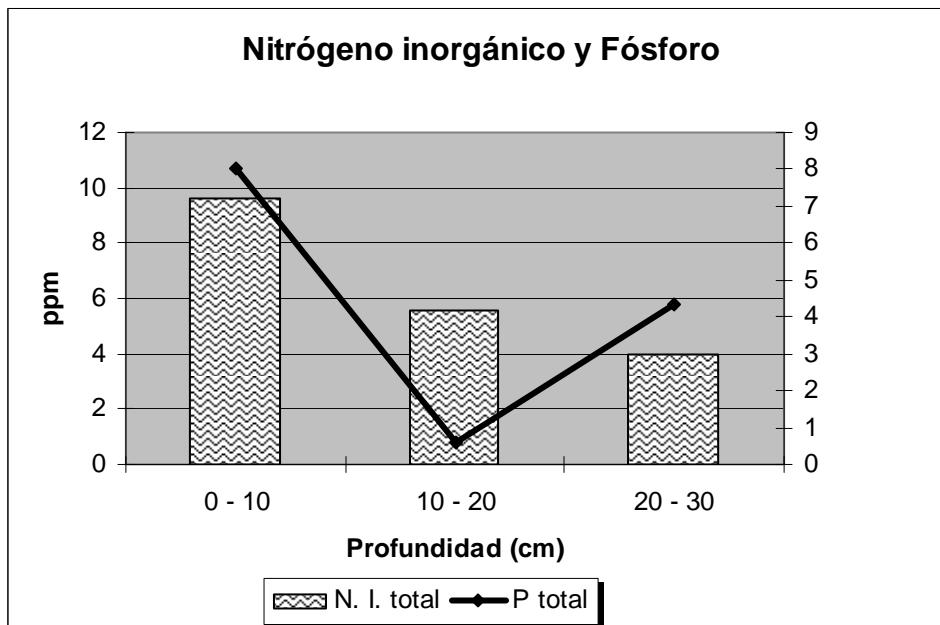


Figura 24. Valores de dos variables; nitrógeno inorgánico total (ppm) y fósforo total (ppm) en las muestras del pozo.

Descripción Del Perfil

Estrato 1

0-10cm. Suelo de color gris muy oscuro 2.5 YR 3/0 en seco y negro 2.5 YR 2.5/0 en húmedo, textura Franco Limoso con un 12% de arcilla; el pH fue de 6.91, el porcentaje de materia orgánica de 8,3%; la cantidad de calcio fue mayor que la de magnesio (26.7cmol*/kg de Ca⁺⁺ y 1.8 cmol*/kg de Mg⁺⁺), mientras que el sodio y el potasio se encontraron en porciones similares; se presentó alto contenido de nitrógeno inorgánico 9.58ppm y de fósforo 8.05ppm.

Estrato 2

10-20cm. Suelo de color negro 2.5YR 2.5/0 en seco y húmedo; textura Franco Arenoso con un contenido de arcilla de 10%; el pH fue de 6.98; el contenido de materia orgánica fue de 5.8%; la cantidad de calcio 29.9cmol⁺/Kg fue mucho mayor que la de magnesio, 1.5cmol⁺/Kg; la cantidad de sodio y magnesio fue muy baja; este estrato presentó mayor cantidad de nitrógeno inorgánico 5.55ppm que de fósforo (0.58ppm).

Estrato 3

20-30cm. Suelo de color negro 2.5 YR 2.5/0 en seco y húmedo; textura Franco Limoso con un contenido de arcilla de hasta 17%; el pH fue de 6.95; presentó 9.3% de materia orgánica. Como en los demás estratos la cantidad de calcio fue mucho mayor que la de magnesio y el sodio y el potasio se encontraron en cantidades similares (valores bajos); y se invierten las proporciones de nitratos y fósforo, la cantidad de fosfato fue ligeramente mayor 4.36ppm que la cantidad de sales amoniacales, 4ppm.

7.4.1 DISCUSIÓN

La textura es una propiedad física importante que describe la distribución por tamaño de las partículas del suelo y de esta característica se infieren otras como plasticidad, rigidez, permeabilidad, sequedad, infertilidad y la productividad del suelo (Ortiz, 1986). El suelo estudiado es Franco Limoso tanto en el primero y tercer estrato, Franco Arenoso en el segundo estrato; suelos con esta nomenclatura presentan características que favorecen la aeración y filtración por poseer minerales ricos en nutrientes. El proceso de aeración es esencial para las raíces y microorganismos del suelo, pues permite un intercambio fácil de nutrientes minerales y asimismo permite satisfacer los requerimientos respiratorios (Barber, 1984).

Un alto contenido de calcio, como en el que se desarrolla la planta, puede contribuir a una deficiencia en la disponibilidad del magnesio para la planta ya que en suelos con una relación mayor de 5:1 entre el calcio y el magnesio, como es el caso del suelo estudiado, la disponibilidad de Mg se inhibe al aumentar el Calcio (Vázquez y Bautista 1993). Sin embargo, no se apreciaron síntomas de deficiencia en Mg como clorosis en las nervaduras foliares o pigmentaciones brillantes (Bidwell, 1979).

Debido a una proporción mayor de arena en los dos primeros estratos, existe una filtración de nutrientes hacia el estrato inferior del perfil, lo cual permite explicar una mayor acumulación de materia orgánica y humedad en el último estrato. Este ambiente resulta propicio para el crecimiento del órgano caulinar de *D. drakena*, el cual penetra hasta los estratos más profundos. Asimismo contribuye a la acumulación de materia orgánica debida a la degradación de partes de la planta como los pecíolos y las raíces laterales.

La cantidad de miliequivalentes presentes en los estratos del suelo de los iones sodio y potasio son similares, con valores bajos que tienden a disminuir en relación a la profundidad del estrato. La baja cantidad de sodio es adecuada para los requerimientos nutritivos de la planta y por lo tanto los niveles de sodio no son tóxicos (Barber, 1984).

Bajo la clasificación de Velasco (1983, en: Vázquez y Bautista, 1993) para el porcentaje de materia orgánica, el suelo de la localidad donde se desarrolla la planta cuenta con un nivel extremadamente rico ya que los valores de materia orgánica obtenidos del perfil fluctúan entre 5.8% a 9.3%.

El alto contenido de materia orgánica y su degradación contribuyen a la coloración del suelo; el color es una característica física que refleja la relación suelo-planta y se ve influenciada principalmente por la cantidad de materia orgánica (Ortiz, 1995). El color fue negro, con base en la clasificación de Munsell (1975), y se debe a los altos contenidos de materia orgánica que presentó el suelo estudiado.

La materia orgánica aporta diversos beneficios al suelo, como son: aumenta su fertilidad y la retención de agua, lo que lo hace más resistente a la sequía y favorece el crecimiento de raíces; también favorece la aeración y respiración de las raíces; aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo, que se traduce en un mayor aprovechamiento de los nutrientes.

Las partes por millón (ppm) de nitrógeno inorgánico disminuyen en cantidad dependiendo de la profundidad del estrato. Se encontró una cantidad muy elevada de nitrógeno inorgánico en el primer estrato, mientras que en los demás estratos las cantidades disminuyen drásticamente. Esto se relaciona con el hecho de que el nitrógeno está casi completamente ausente de la roca madre de la cual se forman los suelos y su presencia es casi en su totalidad el resultado de la actividad biológica (Bidwell, 1979).

La cantidad de fósforo (ppm) fluctúa dentro del pozo desde niveles bajos hasta niveles altos, siendo así que, de acuerdo a Moreno (1978), el primer estrato presenta niveles ricos de fósforo, el segundo estrato niveles medios y el último estrato niveles pobres. El fósforo se encuentra en los suelos tanto en formas orgánicas, ligadas a la materia orgánica, como inorgánicas que es la forma como la absorben los cultivos. La solubilidad de estas formas, y por lo tanto su disponibilidad para las plantas está condicionada por reacciones fisicoquímicas y biológicas.

Dada la gran cantidad de rocas calizas del área en estudio y su intemperismo da como resultado la acumulación de calcio en el suelo en forma de carbonato de calcio cuyo tamaño es equivalente al de las partículas de limo. Esta característica influyó en la determinación de la textura del suelo del primero y último estrato, cuyo resultado fue Franco Limoso en primer y tercer estrato.

8. DISCUSIÓN GENERAL

El género *Dorstenia* se ha reconocido como una fuente rica en cumarinas (prenil y geranil sustituidas), chalconas y flavonas (Abegaz et al., 2002), cardenólidos, triterpenos, ácidos grasos, esteroides y flavonoides (Franke, et al., 2001). En especies de *Dorstenia* de América Latina, entre ellas *D. drakena*, se han identificado furanocumarinas, principalmente psoraleno, bergapteno, isobergapteno, pimpinelina e isopimpinellina (Franke et al., 2001).

Las furanocumarinas tienen propiedades fotoactivas, principalmente con luz Ultravioleta (UV), y son responsables de la actividad fotosensibilizadora en bacterias, hongos, células de mamíferos, ADN de virus y bacteriófagos (Murray et al., 1982, en Franke, et al., 2001), inducida por el contacto con las plantas que las contienen.

La función de estas moléculas en el metabolismo vegetal se enmarca dentro de los mecanismos de defensa que poseen las plantas para sobrevivir (como fitoalexinas) contra herbívoros o patógenos (Kuklinski 2000). Esta acción protectora se manifiesta en la variada toxicidad hacia otros organismos, como larvas, contra la alimentación de los insectos, la respuesta antifúngica, así como su actividad como agente alelopático, inhibiendo la germinación de semillas (Baskin, et al., 1967).

En la medicina tradicional, el ser humano ha usado diversas especies vegetales para tratar enfermedades de la piel y que actualmente se sabe que contienen furanocumarinas. En años recientes, la fotoquimioterapia establece la efectividad terapéutica de las furanocumarinas para el tratamiento sintomático de vitíligo severo, psoriasis, y micosis fungoides (Yurkov y Laskin, 1990). La acción se fundamenta en la habilidad que presenta para inactivar al ADN y disminuir la velocidad del ciclo celular.

Las furanocumarinas pertenecen al grupo de las cumarinas, que a su vez están comprendidas dentro de los compuestos fenólicos. En particular muchos compuestos fenólicos llaman la atención de los científicos en las áreas médica

y alimenticia por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimutagénicas, anticancerígenas y su capacidad de regular algunas funciones celulares enzimáticas claves.

Existen efectos de las furanocumarinas que aparentemente no se encuentran relacionados con la luz UV pues se manifiestan sin esta radiación, tales como: actividad antimicrobiana contra *Mycobacterium tuberculosis*, *Aspergillus oryzae* y *Curvularia lunata*, estímulo de los melanocitos, efecto espasmolítico (supresión o cura de los espasmos: contracción involuntaria persistente de un músculo o grupo de músculos), antiinflamatorio y antioxidante (evita la oxidación de los componentes naturales que se encuentran en los aceites esenciales).

En *Dorstenia multiformis*, Balestrin (2006) confirma las siguientes actividades biológicas:

- alelopática en la germinación de *Lactuca sativa*, con el extracto etanólico crudo y las fracciones de hexano, acetato de etilo y cloroformo.
- antibacteriana contra *Salmonella thiphymurium* con el extracto etanólico crudo y contra *Staphylococcus epidermidis* con fracciones de hexano y cloroformo.
- antioxidante, donde todas las muestras probadas tuvieron un cierto grado de actividad antioxidante, especialmente la fracción de cloroformo.

Dado que el tratamiento con la pomada de Gallito presentó una cicatriz más estética y un mayor número de células del infiltrado inflamatorio, se podría proponer que esta respuesta haya sido inducida desde la fase inicial de la cicatrización por la actividad antibacteriana y antioxidante de las furanocumarinas de *D. drakena*.

El uso de la pomada de Gallito mantuvo sin infección a las lesiones y aceleró su reparación, con lo cual se disminuyen las complicaciones y molestias para el organismo. Aunado a este beneficio se podría pensar en una actividad

antiinflamatoria como lo refieren Kyerematen et al. (1985) para contrarrestar el efecto de la toxina del cólera en enfermedades gastrointestinales.

La cicatrización es un proceso complejo en cuya fase inicial se tiene la destrucción de las membranas y la liberación de ácidos grasos, como el ácido araquidónico que produce especies de oxígeno reactivo, como ion superóxido, peróxido de hidrógeno e ión hidroxilo. La superóxido dismutasa y la catalasa son las principales enzimas que catalizan la destrucción de las especies de oxígeno reactivo (Bradley et al., 2004).

La degranulación de plaquetas provee las señales quimiotácticas iniciales para la infiltración de células inflamatorias. La primera línea de células que migran es la de los neutrófilos, seguida por la migración de macrófagos, ambos tipos celulares son células fagocitarias especializadas que forman radicales libres, utilizados para destruir sustancias extrañas que llegan de forma anormal al organismo, ya sea después de la fagocitosis o por contacto; los radicales libres son liberados alrededor de las células formadoras (Diez-Gómez et al., 2001).

Como toda molécula presente en los seres vivos, los radicales libres ejercen efectos útiles y efectos nocivos. Su papel de defensa durante la fagocitosis es positivo; pero la ampliación de estos fenómenos en la inflamación, trombosis o isquemia, puede resultar perjudicial para las propias células y tejidos involucrados.

El aumento de los radicales libres en el organismo o estrés oxidativo, puede generar un estado de daño permanente que acelera el envejecimiento y degeneración de las células y se ha asociado a la patogénesis de muchas enfermedades humanas.

Los neutrófilos son células tan sensibles como las plaquetas y bajo diversos estímulos son capaces de liberar, radicales libres, enzimas lisosomales, etc. Cuando los neutrófilos llegan al hígado en lesiones hepáticas agudas, las citocinas, hepatocitos y células de Kupffer incrementan aún más su actividad.

Esta hiperactivación de los neutrófilos causa gran producción de peróxido de hidrógeno y de radicales libres de oxígeno, principalmente superóxido, los cuales podrían ser el principal mecanismo de lesión celular en la formación de adhesiones intra-abdominales postoperativas (Dávalos Moscol et al., 2000).

La generación de radicales libres de oxígeno altera el sistema antioxidante, incluyendo una reducción en los niveles de tocoferol, selenio, zinc, vitamina C y glutatión tanto en el hígado como en otros tejidos y esto constituye el fundamento para el tratamiento con antioxidantes.

Ten Raa et al. (2006) señalan que un problema quirúrgico importante es la formación de adherencias intra-abdominales postoperativas (Adherencia: unión anormal de partes que deben estar separadas, de las cuales es responsable la reacción inflamatoria). Los neutrófilos y sus radicales libres son mediadores claves de la reacción inflamatoria temprana. Al evitar el influjo de neutrófilos en la reacción inflamatoria temprana se reduce la formación de adherencias, pero el método más selectivo de recoger o barrer sus productos fue más eficiente.

Repetto y Llesuy (2002) señalan que en general, el metabolismo del ácido araquidónico, plaquetas y macrófagos, generan especies reactivas de oxígeno que pueden dañar el tejido lesionado. Estos autores proponen que eliminando los radicales libres, los metabolitos con oxígeno reactivo podrían ser útiles protegiendo al tejido del daño oxidativo o acelerando su curación.

Se han sugerido numerosas sustancias con actividad antioxidante. Varios antioxidantes fenólicos, tales como flavonoides, taninos, cumarinas, xantenos y procianidinas, por lo cual se han visto como drogas terapéuticas promisorias para patologías de radicales libres. Por ejemplo, componentes importantes de los extractos de *A. douglasiana* son las cumarinas, efectivas contra el estrés oxidativo actuando de manera similar a los flavonoides, es decir, inhibiendo las vías lipoxigenasa y cicloxigenasa-2, inhibiendo la producción de $O_2^{\cdot -}$ por neutrófilos, eliminando radicales libres de oxígeno como OH y $O_2^{\cdot -}$.

Considerando estas referencias, la pomada de gallito podría ejercer un doble efecto favorable para la cicatrización: uno antimicrobiano que contribuiría a mantener aséptica la lesión y otro como antioxidante, liberando de especies reactivas de oxígeno al tejido dañado e interfiriendo el programa apoptótico inducido por estrés oxidativo. Así, podría propiciar un ambiente favorable para una mejor reconstrucción epitelial.

La mayor cantidad de fibroblastos en el grupo experimental (Gallito) dio lugar a una mejor remodelación de la matriz extracelular dando un aspecto más estético a diferencia de los otros tratamientos donde permaneció de manera evidente la línea de la lesión.

En el estudio anatómico del rizoma, la prueba de vainillina puso en evidencia la presencia de taninos condensados que forman parte de los compuestos fenólicos. Los taninos se localizaron principalmente en dos sitios: en las células que conforman la huella foliar, donde estarían actuando como una barrera de protección; y en los vasos donde se acumulan estos compuestos y provocan su obliteración. Es decir que el xilema secundario deja de ser funcional ya que los vasos obliterados por taninos es uno de los mecanismos de cierre.

Las furanocumarinas, como se mencionó con anterioridad, son sustancias de naturaleza fenólica, cuya posible localización en el rizoma de *D. drakena* corresponda a los sitios revelados por la prueba de vainillina.

El estudio anatómico arrojó otros resultados importantes para la caracterización de la planta. La presencia de tricomas simples, epidermis uniestratificada, laticíferos articulados, son características típicas de la familia Moraceae (Walter, 2002; Walter y Dirik, 1996) y por lo tanto de otros miembros de la familia como *Brosimum gaudichadii* (Jacomassi, et al., 2007) y en otras especies como *Morus celtidifolia* y del género *Ficus* (Quintanar et al., 2004). Destaca en *D. drakena* la presencia de tricomas glandulares en la epidermis del rizoma.

Las pruebas histoquímicas revelaron que la epidermis uniestratificada presenta una cutícula y que el parénquima del rizoma es de reserva, siendo el almidón el material ergástico contenido dentro de estas células parenquimatosas.

El tejido vascular de *D. drakena* consiste de un cilindro concéntrico discontinuo de haces vasculares. Este diseño lo comparte con otras plantas rizomatosas como *Tidestromia rhizomatosa*, *T. valdesiana* y *Alternanthera caracasana* por lo que este diseño es común en los rizomas (Medina, 2007). Los haces vasculares son fascículos colaterales abiertos ya que presentan xilema hacia la zona medular, un cámbium estratificado (tres estratos) y un floema que se colapsa; también presentó fibras en la parte exterior del floema.

El suelo de la localidad estudiada, en el cual se desarrolla la planta, fue neutro. Se sabe que el desarrollo óptimo de muchas especies agrícolas que cuentan con un tallo o raíz de almacenamiento; como nabo, rábano, betabel y zanahoria, se obtiene con un pH de suelo entre seis y siete (Vázquez y Bautista, 1993), por lo que el suelo donde se desarrolla *D. drakena* presenta un pH adecuado para su óptimo crecimiento.

Debido a la naturaleza intrínseca del suelo, el complejo de intercambio está dominado por el calcio. Esta condición se debe, entre otros factores, a la presencia de rocas calizas (Franco, 1991). Dado que existe una mayor cantidad de calcio que los demás iones intercambiables (magnesio, sodio y potasio), este elemento es el que domina el complejo de intercambio catiónico, pero no hay afectación de la fisiología de la planta por su alto contenido en el suelo.

Las plantas se clasifican en dos grandes grupos ecológicos: plantas calcícolas y plantas calcífugas. Las primeras se caracterizan por tolerar elevadas dosis de calcio en el suelo, crecen bien sobre suelos calcáreos; las segundas se caracterizan por sufrir intoxicación por calcio, por lo cual no pueden vivir en suelos calcáreos (Mazliak, 1976). Las plantas de *D. drakena* presentes en el sitio de colecta mostraron una apariencia sana, sin síntomas de deficiencia en calcio relacionados con clorosis de los márgenes de las hojas jóvenes ni con el

deterioro en la síntesis de pared celular (Bidwell, 1979) que se tradujera en pérdida de soporte de los pecíolos de las hojas y pedúnculos de las inflorescencias. Por lo tanto *D. drakena* es una planta calcícola ya que puede vivir en suelos calcáreos, como el suelo de la localidad de colecta.

Siendo *D. drakena* componente de la Selva Baja Caducifolia de la localidad de Xochipala se encuentra expuesta a largas temporadas de sequía, pero se mantiene como hierba perenne. En la temporada de lluvias resurgen las hojas y los pecíolos a partir del rizoma que se rehidrata y desencadena el metabolismo bajo condiciones de suelo calcáreo y rico en materia orgánica, como es el caso del suelo donde fueron colectadas las plantas para su estudio.

El hecho de que en el terreno de cultivo se encontraran abundantes individuos permite suponer que en el caso de querer cultivar a la especie sería posible en suelos con estas condiciones.

Este trabajo aporta información sobre la anatomía del rizoma y ha iniciado los ensayos de validación del conocimiento etnobotánico, logrando establecer que la pomada elaborada con *D. drakena* no es tóxica y sí favorece a la cicatrización de heridas incisas.

9. CONCLUSIONES

De los resultados mencionados con anterioridad se puede concluir que:

Los materiales utilizados en el estudio farmacológico no causaron toxicidad, intolerancia, infección, inflamación o algún otro tipo de daño en los animales.

Las propiedades antimicrobianas y antifúngicas que posee el rizoma de *D. drakena* evitan la incidencia de infecciones, por lo que los procesos de reparación y cicatrización de heridas incisas se llevaron a cabo en forma favorable.

La pomada elaborada con rizoma molido de *D. drakena* mejoró la cicatrización de la piel en ratas Wistar, al propiciar que los animales tratados presentaran una cicatriz menos visible en comparación con los otros tratamientos utilizados.

Se presentó una mayor cantidad de fibroblastos, linfocitos, neutrófilos y macrófagos en el grupo experimental, pomada con *D. drakena*, en comparación con el Control negativo, pomada sin *D. drakena*, y aun con los otros tratamientos, por lo que el resultado de una cicatrización mejor se debe al rizoma de esta especie y no de algún otro componente de la pomada.

El tejido de sostén de la planta corresponde a un parénquima de reserva tanto en médula como en córtex; en este último se encontraron laticíferos no articulados y se observaron tricomas simples en la epidermis. Los caracteres señalados revelan que *D. drakena* sigue el patrón general descrito para la Familia Moraceae, pero destaca en la especie, la presencia de tricomas glandulares.

El estudio anatómico del rizoma reveló la presencia de médula, confirmando así que el rizoma es un tallo subterráneo modificado con un anillo discontinuo de haces vasculares independientes alternados con radios homogéneos multiseriados.

Aunque algunos nutrientes del suelo no tuvieron valores óptimos para el desarrollo de la planta, los individuos encontrados en el sitio de colecta, no mostraron signos de deficiencia.

El pH neutro del suelo es propicio para el desarrollo de la planta y la riqueza de materia orgánica en el sitio de colecta favorece la fertilidad del suelo, la retención de agua y el intercambio catiónico, dando como resultado un mejor aprovechamiento de los nutrientes por la planta y la posibilidad de su cultivo.

10. LITERATURA CONSULTADA

1. Abegaz, B.M., Ngadjui, B.T., Dongo, E., Bezabih, M.T.. 2000. Chemistry of the Genus *Dorstenia*. *Current Organic Chemistry*. 4:1079-1090.
2. Aguilar, A., Camacho, J.R., Chino, S., Jácquez, P. y López, M.E. 1994. Herbario medicinal del IMSS. Instituto Mexicano del Seguro Social. México.
3. Aguilar Morales, M., Coutiño Bello, B., Salinas Rosales, P. 1996. Manual General de Técnicas Histológicas y Citoquímicas. Facultad de ciencias 1ª Edición, UNAM, México.
4. Área de Conservación Aguanacaste. Consulta Junio de 2004. http://acguanacaste.ac.cr/paginas_especie/plantae_online/magnoliophyta/moraceae/dorstenia.htm
5. Arenas, M.I. 2000. Cicatrización de heridas en la piel de ratas empleando Zeolita (enriquecida con zinc y calcio) y campos magnéticos pulsantes. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
6. Balestrin, L. 2006. *Estudo Fitoquímico e Avaliação das atividades alelopática, antibacteriana e antioxidante de Dorstenia multiformis*, Miquel, Moraceae. Tesis de Maestría en Ciencias Farmacéuticas, Universidad de Paraná, Brasil.
7. Barber, S. A. 1984. Soil nutrient bioavailability, a mechanistic approach. John Wiley and Sons, Inc. USA. 398p.
8. Baskin, J.M., Ludlow, C.J., Harris, T.M. y Wolf, F.T. 1967. Psoralen, an inhibitor in the seeds of *Psoralea subacaulis* (Leguminosae). *Phytochemistry* 6:1209-12-13

9. Bidwell, R.G.S. 1979. Fisiología Vegetal. 1ª Edición en Español. AGT Editor, S.A. México, D.F. 784p.
10. Bloom, W. y Fawcett, D.W. 1987. Tratado de Histología. 11ª Edición. Interamericana & Mc Graw-Hill. Madrid, España.
11. Borjab, J.M. 1996. Fisiopatología y clínica quirúrgica en pequeños animales. Interamericana. España.
12. Bradley, W.G., Daroff, R.B., Fenichel, G.M. y Jankovic, J. 2004. Neurología Clínica. Diagnóstico y tratamiento. Cuarta Edición. Elsevier. Butterworth Heinemann.
13. Bruneton, J. 2001. Farmacognosia. Fitoquímica de Plantas Medicinales. 2ª Edición. Acribia, S. A. Zaragoza, España.
14. Burunda, M. 1986. Flora Medicinal Indígena de México. Tomos I y III. INI. Diagnóstico y Tratamiento. Cuarta Edición Elsevier. Butterworth Heinemann. México, D.F.
15. Carauta, J. P. P., Valente, M da C., Dunn de Araújo, D.S., 1976. *Dorstenia gracilis* and *D. schulzii* (Moraceae), new species from South América. Bulletin of the Torrey Botanical, 103: 172-176.
16. Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. Farmacopea Herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos. 2001. Secretaria de Salud. México, D.F.
17. Correa, J.A. 2007. Acción Biológica de las Furanocumarinas. Laboratorios de Productos Naturales UNALMED. Colombia. http://www.unalmed.edu.co/~proquive/otros/Accion_biologica.htm
Consultada 20 de enero de 2007.

18. Cotran, R.; Kumar, V.; Collins, T. 2000. Robbins: Patología Estructural y Funcional. McGraw-Hill- Interamericana, Sexta Edición. México.
19. Cronquist, A. 1981. An Integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York.
20. Dávalos Moscol, M., Clapperton, M., O'Grady, J. y Rolando, N. 2000. Exagerada producción de superóxido por los neutrófilos de pacientes con hepatitis alcohólica aguda: implicancia terapéutica. Revista de Gastroenterología del Perú, 20 (2). Institute of Liver Studies, King's College School of Medicine and Dentistry. Londres, Reino Unido. ISSN versión electrónica: 1609-722X.
http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/gastro/Vol_20N2/exagerada.htm
21. Diez Gómez, N., Macías Betancourt, R. y Pedroso Ibáñez, I. 2001. El factor de activación plaquetaria y su relación con el daño oxidativo. Revista Cubana de Investigación Biomédica. 20(1):64-69
22. Domínguez, A., Acosta, L., Cuello, D.E. 2001. Efecto cicatrizante de extracto fluido de hojas de Siempreviva. Rev Cubana Plant Med, 6 (1): 16-18.
23. Esau, K. 1965. Plant anatomy. 2da Edición. Wiley & Sons. New York.
24. Fotografía de Esquema de Piel. 2007. <http://plm.wyeth.com.mx/6647.htm>
25. Franco, C. 1991. Estudio etnobotánico de los "magueyes" en Xochipala, Guerrero. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
26. Franke, K Porzel, A. Mosaud, M. Adam, G. Schmidt, J. 2001. Furanocoumarins from *Dorstenia gigas*. Phytochemistry, 56: 611-621.
27. Figueroa de Cotín, E. 1980. Atlas Geográfico e Histórico Del Estado de Guerrero. FONAPAS. Gobierno del Estado de Guerrero, México.

28. Frei, B. 1998. Medical ethnobotany of the Zapotecs of the Isthmus-Sierra (Oaxaca, México). *Journal of Ethnopharmacology*, 62: 149-165.
29. Gardner, W. H. 1965. Water Content. pp. 92-96. En: Black, C.A., Evans, D.D., Whitw, J.L., Ensminger, L.E., Clark, F.E. (Editores). *Methods of Soil Analysis. Serie Agronomy No. 9, parte 1.* American Society of Agronomy, Inc., Publisher. Wisconsin, USA.
30. Gartner, L.P. y Hiatt, J.L. 1997. *Histología Texto y Atlas.* Mc Graw-Hill Interamericana. México, D.F. 506p.
31. Harari, J. 1993. *Surgical Complication Healing in the Small Animal Practice.* W. B. Saunders. México, D.F.
32. Helad, W.R. 1965. Calcium and Magnesium. pp. 1000-1009. En: Black, C.A., Evans, D.D., Whitw, J.L., Ensminger, L.E., Clark, F.E. (Editores). *Methods of Soil Analysis. Serie Agronomy No. 9, Parte 2.* American Society of Agronomy, Inc., Publisher. Wisconsin, USA.
33. Jacomassi, E., Moscheta, I., Rodríguez, S. 2007. Morfoanatomía e histoquímica de *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae). *Acta Botánica Brasileña.* 21:575-597.
34. Jun Yu, Limin Wang, Walzem, R.L., Miller, E.G., Pike, L.M. and Patil, B.S. 2005. Antioxidant activity of Citrus Limonoids, Flavonoids, and Coumarins. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53:2009-2014.
35. Kuklinski, C. 2000. *Farmacognosia. Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural.* Ediciones Omega. Barcelona.
36. Kyerematen, G.; Medina, E.; Saavedra, D.; Sandberg, F. 1985. Antidiarrhoeal properties of *Dorstenia drakena* L. *Acta Pharm Suec*, 22(1): 31-36.

37. Lentz, D., Clark, A.M., Hufford, C.D., Meurer-Grimes, B. Passreites, C.M., Cordero, J., Ibrahim, O., Okunade, A.L. 1998. Antimicrobial properties of Honduran medical plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 63: 253-263.
38. León Mancilla, B. 2001. Caracterización del pulverizado de hueso de bovino desmineralizado y evaluación de su capacidad regenerativa en piel de ratas. (Tesis de Licenciatura) México D.F. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.
39. López Curto, M. de L., Márquez, G. J., Murguía, S. G. Técnicas para el estudio del desarrollo en angiospermas. 2da Edición, Las prensas de Ciencias, UNAM, México.
40. Lozoya, X. 1994. Plantas Medicina y Poder. Breve Historia de la Herbolaria Mexicana. 1ra Edición. Pax México, México.
41. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Edition. Academic Press. Great Britain. 889 p.
42. Martínez, M. 1987. Catalogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas. Fondo de Cultura Económica, México.
43. Mazliak, P. 1976. Fisiología Vegetal Nutrición y Metabolismo. Colección Métodos. Ediciones Omega, Barcelona, España.
44. Medina Ávila, A. 2007. Evolución del hábito de *Tidestromia* Standl. (*Amaranthaceae*). Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas Sistemática. México, D. F. Instituto de Biología, UNAM.
45. Meza, Lopez, J. 1997 (Laboratorio de Plantas Vasculares, Facultad de Ciencias e Instituto de Geografía, UNAM, Mexico, D.F.) Numero especial 1. Vegetación y Mesoclima de Guerrero. En: Estudios Florísticos en

- Guerrero. Diego- Perez, N.; Fonseca, R. M. (Eds.) Prensas de Ciencias, UNAM. Mexico. 53p.
46. Monroy-Ortiz, C y Castillo, P. 2000. Plantas Medicinales Utilizadas en el Estado de Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. pp 288.
47. Moreno, R. 1978. Clasificación del pH del Suelo y de Aguas Agrícolas. Instituto Nacional de Laboratorios de Servicio de Investigación (INIA). México.
48. Munsell, Soil Color Chart. 1975. Munsell Color. Co. Baltimore Maryland. E. U. A.
49. Ortiz, C. V 1995. Fundamentos de Fitoquímica. Trillas, México. 255pp.
50. Porta, J., López-Acevedo, M., y Roquero, C. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Mundi-Prensa. Madrid, España. 807 p.
51. Quintanar, A., Zárate, J., López, C., Salgado-Ugarte, I. 2004. Anatomía e Histoquímica de cinco especies de Moraceae. Polibotánica, 17: 15-38.
52. Quiroz, J.A. Acción biológica de las furanocumarinas. Productos naturales Unalmed, 2002.
53. Raven, H. M. 1992. Biología de Plantas. Tomo II. Reverté; Barcelona, España.
54. **RECOVERON. ARMSTRONG LABORATORIOS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.** http://www.facmed.unam.mx/bmnd/plm_2k7/prods/36079.htm
21 mayo 2007

55. Repetto, M.G. y Llesuy, S.F. 2002. Antioxidant properties of natural compounds used in popular medicine for gastric ulcers. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 35:523-534.
56. Rojas-Lima, S., Santillán, R.L. Domínguez, M.A. and Gutierrez, A. 1999. Furocoumarins of three species of the genus *Dorstenia*. *Phytochemistry*, 50:863-868.
57. Roth, I. y M. Cova O. 1969. Estructura anatómica de la corteza de algunas especies de moráceas venezolanas. *Acta Biol. Venez.* 6: 60-76.
58. Ross, M.H., Romrell, L.J. y Kaye G.I. 1997. *Histología Texto y Atlas Color*. 3ra Ed. Panamericana. México, D. F. 817p.
59. Schwartz, S. 2006. *Principios de Cirugía*. Mc Graw Hill, Octava Edición. Capítulo 8. Barbul, A. Cicatrización de heridas. pág. 223-248. México
60. Stanley, P. y Steyermark, J. 1946. *Fieldiana: Botany*, Vol. 24. Flora de Guatemala. Chicago Natural History Museum, U. S. A.
61. Strasburger, E., Noll, F., Schench, H. y Schimper, A.F. 1986. *Tratado de Botánica*. 7ª Edición. Ediciones Omega, Barcelona.
62. Ten Raa, S., Van den Tol, M.P., Sluiter, W., Hofland, L.J., Van Eijck, C.H.J. and Jeekel, H. 2006. The role of neutrophils and oxygen free radicals in Post-operative adhesions. *Journal of surgical Research*. 136(1):45-52.
63. Tillán Capo, J.I., Castro Méndez. I., Bueno Pavón, V. Carrillo Domínguez, C., Ortiz Infante, M. 2004. Efecto cicatrizante de la crema de extracto etanólico de cera de caña. *Rev Cubana Plant Med*, 9 (2). (Revista electrónica)

64. Torres, R. 1986. Tratado de Cirugía. Interamericana S.A de C.V., México, D. F. pp. 1-27.
65. Vanaclocha, B. y S. Cañigüeral. 2003. Fitoterapia. Vademécum de prescripción. 4ª Edición. Masson, S.A. España.
66. Vázquez, A. y Bautista, N. 1993. Guía para interpretar el análisis químico de suelo y agua. Chapingo, México, 29 pp.
67. Walter, S. and Dirik, R. 1996. Plant Taxonomy. Kendall/Hunt Publishing Company, Cuarta Edición. USA.
68. Walter, S. J. 2002. Plant systematics a phylogenetic approach. Sinauer Associates, Segunda Edición. USA.
69. Yurkov, E.J. and Laskin, J.D. 1990. Mechanism of action of psoralens: isobologram analysis reveal that ultraviolet Light potentiation of psoralen action is not additive but synergistic. Toxicology 65(1-2):33-47.

11. ANEXOS

ANEXO I

Vick VapoRub. Ungüento.

Cada 100g de UNGÜENTO contienen:

Alcanfor..... 5.26g

Mentol2.82g

Aceite de eucalipto.....1.33g

Aditivos:Timol y Aceites de Trementina, Mirística y
hojas de cedro como aromatizantes

Petrolato como Excipiente c.b.p..... 100g

Hecho en México por Procter y Gamble de México, S.A. de C.V., bajo Licencia de Richardso-Vicks, Inc. Reg. Num. 448 SSA VI.

ANEXO 2

Recoverón ®. Ungüento. Ácido acexámico.

Cada 100g de UNGÜENTO contienen:

Acexamato de sodio..... 5g

Excipiente c.b.p..... 100g

INDICACIONES TERAPÉUTICAS: Cicatrizante y regenerador tisular. RECOVERÓN y RECOVERÓN C ácido acexámico están indicados en heridas sin infección donde se desee acelerar el proceso de cicatrización como heridas traumáticas, quirúrgicas, episiotomías úlceras varicosas, úlceras de decúbito, quemaduras de 1o. y 2o. grado, grietas del pezón. Se recomienda RECOVERÓN Ungüento en heridas profundas que requieran el uso de gasa (<http://plm.wyeth.com.mx/6647.htm>, 21 mayo 2007).

ANEXO 3

Pomada de la Campana.

Petrolato

Óxido de Zinc

Parafina

Fragancia

Alantoína

Hecho en México por Estilo y Vanidad S.A. de C.V. ®Marca registrada

INDICACIONES TERAPÉUTICAS: Su fórmula con óxido de zinc ayuda a regenerar la piel por irritación, quemaduras, cortaduras leves y picaduras de insectos. Actúa como efectivo humectante formando una capa que sella la humedad de la piel evitando que se reseque.

MODO DE EMPLEO: Aplique una capa de Pomada de La Campana® sobre el área afectada.