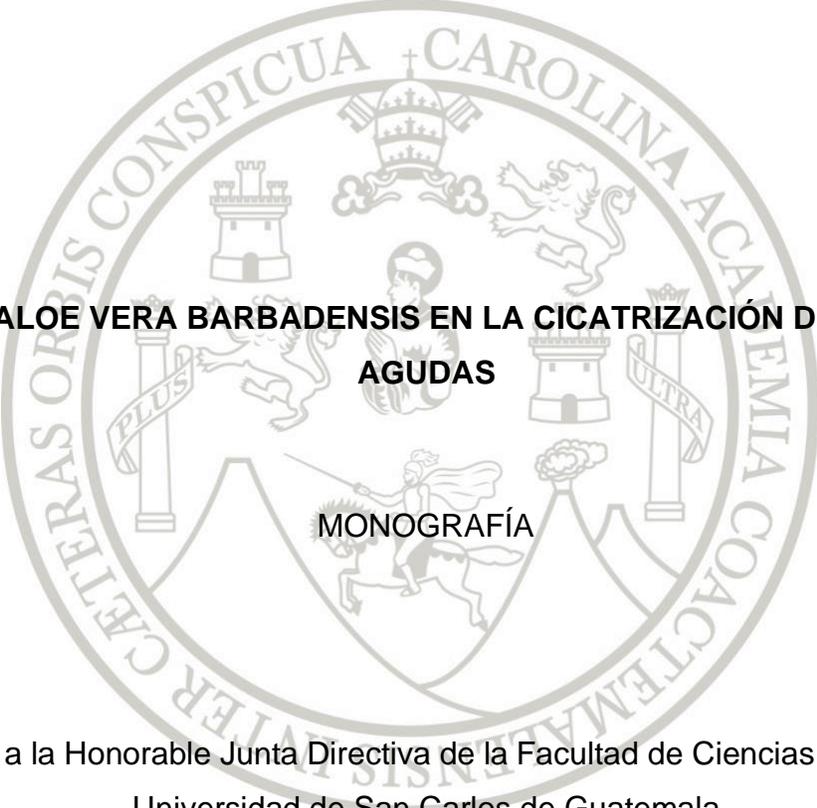


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS



**USO DE ALOE VERA BARBADENSIS EN LA CICATRIZACIÓN DE HERIDAS
AGUDAS**
MONOGRAFÍA

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Médicas de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

Krista Rulisa Priscila Borrayo Borrayo

Mario David Rodriguez de León

Médico y Cirujano

Guatemala, octubre 2021

El infrascrito Decano y la Coordinadora de la Coordinación de Trabajos de Graduación –COTRAG-, de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacen constar que los estudiantes:

1. KRISTA RULISA PRISCILA BORRAYO BORRAYO 201400059 2683895240308
2. MARIO DAVID RODRÍGUEZ DE LEÓN 201400210 2710702500101

Cumplieron con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, habiendo presentado el trabajo de graduación, en modalidad de monografía titulado:

**USO DE ALOE VERA BARBADENSIS
EN LA CICATRIZACIÓN DE HERIDAS AGUDAS**

Trabajo asesorado por el Dr. José Miguel Arriola Navas y revisado por la Dra. Ana Margarita Rodas Rodas, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firma y sella la presente:

ORDEN DE IMPRESIÓN

En la Ciudad de Guatemala, el veinticinco de octubre del año dos mil veintiuno.


Dra. Magde Francisca Velásquez y Ohom
Coordinadora

**USAC**
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN
COTRAG




Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva, PhD
Decano


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva
DECANO

La infrascrita Coordinadora de la COTRAG de la **Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala**, HACE CONSTAR que los estudiantes:

1. KRISTA RULISA PRISCILA BORRAYO BORRAYO 201400059 2683896240308
2. MARIO DAVID RODRÍGUEZ DE LEÓN 201400210 2710702500101

Presentaron el trabajo de graduación en la modalidad de Monografía, titulado:

**USO DE ALOE VERA BARBADENSIS
EN LA CICATRIZACIÓN DE HERIDAS AGUDAS**

El cual ha sido revisado y aprobado por la **Dra. Mónica Ninet Rodas González**, profesora de esta Coordinación, al establecer que cumplen con los requisitos solicitados, se les **AUTORIZA** continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala, el veinticinco de octubre del año dos mil veintiuno.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Dra. Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora

Guatemala, 25 de octubre del 2021

Doctora
Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora de la COTRAG
Presente

Dra. Velásquez:

Le informamos que nosotros:

1. KRISTA RULISA PRISCILA BORRAYO BORRAYO
2. MARIO DAVID RODRÍGUEZ DE LEÓN

Presentamos el trabajo de graduación en la modalidad de MONOGRAFIA titulada:

**USO DE ALOE VERA BARBADENSIS
EN LA CICATRIZACIÓN DE HERIDAS AGUDAS**

Del cual el asesor y la revisora se responsabilizan de la metodología, confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

FIRMAS Y SELLOS PROFESIONALES

Asesor: Dr. José Miguel Arriola Navas

Revisora: Dra. Ana Margarita Rodas Rodas

Reg. de personal 10912

DEDICATORIA

A mis padres por apoyarme desde el inicio de formación, por guiarme en el camino de la vida, brindarme las herramientas necesarias para avanzar en ella y conseguir mis anhelos y metas.

A mis hermanos por ser un pilar de apoyo en todo momento de mi vida.

Mario David Rodriguez de León

A Dios todopoderoso que ha forjado mi camino y me ha permitido llegar a este momento.

A mis padres que han sido parte importante en mi vida, que gracias a ellos y la manera de criarme hoy he llegado a culminar uno de mis sueños siendo la mujer que soy en la actualidad. Por su amor, paciencia y sacrificio. Por sus oraciones y consejos que me ayudaron a ser mejor persona.

A mi hermana que con su respaldo y cariño me impulsó a seguir adelante y luchar por mis sueños y metas.

Krista Rulisa Priscila Borrayo Borray

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen Maria por siempre acompañarme, concederme avanzar en la vida y por darme la fuerza para continuar.

A mis padres por ser un ejemplo en mi vida, dedicarme su comprensión, paciencia y consejos que me han dado.

A mis hermanos por alentarme a seguir adelante y por enseñarme a hacerle frente a lo que se interponga en mi camino para lograr mis metas.

A nuestro Asesor y Revisoras por brindarnos parte de sus conocimientos y ser una guía en el inicio de nuestra vida profesional.

Mario David Rodriguez de León.

Agradezco a Dios por siempre guiarme y llenarme de bendiciones todos los días.

Gracias a mis padres Gustavo y Dora por ser los promotores de mis sueños, porque confían y creen en mis decisiones. Que me dieron el apoyo suficiente para seguir adelante.

A mi hermana Odalis por sus palabras de aliento que me hacían sentir orgullosa de lo que soy. Ojalá yo pueda servir de inspiración de la misma manera que ella lo fue para mi.

De igual manera agradezco a nuestro Asesor y Revisoras que por su paciencia, consejos y correcciones hoy podemos terminar este trabajo.

Krista Rulisa Priscila Borrayo Borrayo

ÍNDICE

Introducción	ii
Planteamiento del problema	iii
Objetivos	v
Métodos y técnicas	vi
Contenido temático	
Capítulo 1. Piel	1
Capítulo 2. Aloe vera y uso en heridas	15
Capítulo 3. Ventajas del uso de Aloe vera en heridas agudas	23
Capítulo 4. Análisis	32
Conclusiones	35
Recomendaciones	37
Referencias bibliográficas	38
Anexos	45



FACULTAD DE
CIENCIAS MÉDICAS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

De la responsabilidad del trabajo de graduación:

El autor o autores es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresados en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala y, de las otras instancias competentes, que así lo requieran.

PRÓLOGO

La historia de Aloe vera o mejor conocida como Sábila como se conoce públicamente, se remonta a más de 6,000 años atrás, hay escritos milenarios que la mencionan, se relaciona con la belleza de la piel, y se le llama “La planta de la inmortalidad”, se le menciona en historias de Cleopatra. Se clasifica entre las suculentas porque contienen gel al cual se le atribuyen efectos medicinales desde gastritis y dermatológicas por tener propiedades antioxidantes, antibacterianas, antiinflamatorias y cicatrizantes entre otras. En la historia reciente se han realizado varios estudios sobre estos efectos, los cuales en su mayoría han demostrado ser positivos. Razón por la cual se ha realizado una revisión de dichos estudios que a continuación y se presentan con los respectivos resultados. Esta monografía se realiza con el objetivo de describir en qué fases de la cicatrización fisiológica influyen los efectos del uso de Aloe vera *barbadensis* en heridas agudas. Está se encuentra dividida en 4 capítulos. El capítulo 1 describe la composición de la piel, las capas que la conforman, heridas y sus tipos, así como la descripción de la fisiología de la cicatrización. En el capítulo 2 se describe la composición del Aloe vera, elementos beneficiosos a la cicatrización y la utilidad de esta planta en el uso de heridas. En el capítulo 3 se detallan las ventajas de la utilización de Aloe vera en heridas agudas. En el capítulo 4 se pone en contexto los diversos componentes beneficiosos del aloe vera que influyen en la cicatrización fisiológica ayudando a que esta concluya en una cicatriz mínima.

Durante la realización de este documento se revisó la literatura disponible, se recopiló la información de utilidad y se sintetizó para la elaboración de este documento. Se procura que este documento pueda servir como antecedente para el desarrollo de futuras investigaciones que profundicen sobre el uso de Aloe vera, incentivar a los profesionales de la salud a utilizar Aloe vera como recurso factible y alternativo tratamiento de las heridas agudas.

Dra. Ana Margarita Rodas Rodas

INTRODUCCIÓN

En esta monografía, de tipo descriptivo, se desarrolla el tema “Uso de Aloe vera *barbadensis* en la cicatrización de heridas agudas”. El Aloe vera también es conocido como sábila, el nombre científico es *Aloe barbadensis Miller*, pertenece a la familia de las *Liliaceae* y se ha usado desde la antigüedad en diferentes civilizaciones para prevenir, curar enfermedades y tratar heridas.(1) De las 200,600 plantas diferentes que aproximadamente se conocen que solo el 10% se pueden utilizar como plantas medicinales, y el Aloe vera es una de ellas ya que por su amplia gama de componentes, mecanismo de acción de cada uno y sus diversos efectos que producen en el ser humano, hace que sea una de las plantas más importantes de la medicina tradicional y complementaria. (2) Una de las utilidades del Aloe vera es la cicatrización de heridas produciendo los beneficios de propiedades antiinflamatorias, cicatrizantes, antimicrobianas y analgésicas.(3) Se aspira a que el lector de este trabajo pueda encontrar información con base científica sobre el uso del Aloe vera en heridas agudas, efectos del uso de ésta en las heridas y el beneficio que brinda en la cicatrización fisiológica. Dentro de la información que se buscó en artículos científicos o revistas médicas se aprecia la necesidad de desarrollar más este tema basado en evidencias e investigaciones, a pesar de ser una planta que puede llegar a crecer en gran parte del territorio guatemalteco debido a su clima mayormente tropical y a que no necesita mayor cuidado, esta planta es aún desconocida en unos cuantos profesionales y personal de salud del área urbana. Las personas logran cultivar, utilizar y consumir el Aloe vera como tratamiento alternativo para diferentes enfermedades debido a que esta información ha sido transmitida de generación en generación, y a la disponibilidad alguna de literatura previas sobre las utilidades del Aloe vera.(4) Debido a que el Aloe vera es una planta medicinal la cual no es frecuentemente usada por profesionales de la salud en nuestro país y hay discordancia de resultados satisfactorios en la cicatrización de heridas agudas, se decide realizar esta investigación para poder analizar y describir en qué fase de la cicatrización fisiológica influyen los efectos del uso de Aloe vera *barbadensis* en heridas agudas. Para la realización de este trabajo se tomó en cuenta información de fuentes primarias y secundarias, libros de texto, publicaciones y artículos científicos en bases de datos en línea tanto en idioma español como inglés; con literatura de 10 años hacia atrás sobre el uso de Aloe vera *barbadensis* en la cicatrización de heridas agudas.

La información obtenida será beneficiosa para el tratamiento de heridas agudas, debido a su alta aceptabilidad cultural, amplia disponibilidad y bajo costo. Se podrá utilizar como recurso factible, en pacientes con difícil acceso físico o económico a servicios de salud, así como con antecedente para futuras investigaciones para que profundicen sobre el uso de Aloe vera *barbadensis* en medicina. (5) Igualmente se procura que al usar este tratamiento se eviten las complicaciones de la herida, complicaciones del proceso de cicatrización y la cicatriz misma. Esto es importante ya que las lesiones en la piel que son superficiales como las quemaduras, corrosiones, lesiones y heridas todas estas tienen una tasa nacional de 90.8 casos por 100,000 habitantes, con un total de casos reportados para el año 2,019 de 16,063.(6)

Este trabajo está estructurado en 4 capítulos. El primer capítulo describe la conformación de la piel, histología y funciones; además se describe el significado de heridas y su clasificación, las fases de la cicatrización, la cicatriz propiamente dicha y los distintos tipos de cicatriz que se pueden producir de una herida. El capítulo dos describe el Aloe vera y su uso en heridas. Se identifica la composición del Aloe vera, sus propiedades y su uso en heridas agudas. En el capítulo tres se describe la evolución de la cicatrización de las heridas agudas utilizando Aloe vera comparado con la cicatrización fisiológica. Se analizan los componentes contenidos en el Aloe vera que generan efectos en las heridas agudas acelerando la cicatrización, disminuyendo infecciones, disminución del dolor, y se describe si hay cambios en la morfología de la cicatriz. El capítulo cuatro analiza y contrasta la información de los capítulos anteriores y se formula una conclusión y recomendaciones apoyadas en la información obtenida.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Aloe vera *barbadensis* comúnmente conocido como Sábila, forma parte de la familia de las liliáceas, usada en la medicina tradicional debido a su bajo costo, fácil acceso y aceptabilidad. (7) El Aloe vera es usado en la cura de múltiples enfermedades por tradición popular y por investigaciones realizadas en el campo de veterinaria, medicina general, dermatología, cirugía. Debido a sus múltiples componentes presenta acción cicatrizante, antiinflamatoria, emoliente y se caracteriza por su capacidad para estimular la regeneración de células. (8,9) En sus componentes se encuentran los polisacáridos, estos se encargan de estimular el incremento celular aumentando los fibroblastos por lo cual le permite crear colágeno y proteoglicanos, que son sustancias vitales para formar el tejido de granulación. Este mecanismo ayuda a disminuir la tracción de la herida para facilitar el cierre y acelerar el proceso de cicatrización. Además, presenta efecto antiséptico, antibacteriano, antifúngico y en ocasiones analgésico. (10–18)

Estudios en animales que utilizaron Aloe vera en heridas demostraron resultados como: cicatrización acelerada, proliferación celular, disminución del tamaño de heridas y aumento de reepitelización y disminución de la inflamación. (19–21) En 2003, el médico naturista Gustavo Ramírez hizo referencia a 27 pacientes con engrosamiento inflamatorio de heridas por quemaduras en la piel tratados con Aloe vera y vaselina. Estos pacientes mostraron una mayor rapidez de cicatrización. El estudio fue realizado en 1995, titulado "Efecto de Aloe vera gel para la cicatrización de quemadura en estudio clínico e histológico".(22) En 2010, Fariborz Eshghi publicó el estudio "Efectos de la crema de Aloe vera sobre el dolor post hemorroidectomía y la cicatrización de heridas", donde se evaluó el uso de Aloe vera para la disminución del dolor en las primeras horas después de una cirugía de hemorroides y la disminución del tiempo de cicatrización. El estudio utilizó una muestra de 49 pacientes de los cuales 24 mostraron menor uso de analgésicos y menor dolor a la defecación. En cuanto a los resultados de cicatrización, al final de la segunda semana postoperatoria fue significativamente mayor. (23)

Anthony D Dat., Flora Poon, et al. en 2012, en el Sao Paulo Journal of Medicine realizaron una revisión de siete ensayos, 5 eran en pacientes con heridas agudas, en los cuales no encontraron evidencia sustentable de que Aloe vera redujera el tiempo de cicatrización, pero concluyeron que existía una falta de ensayos clínicos de alta calidad para apoyar el uso de Aloe vera tópica en heridas agudas. En los otros 2 ensayos, en pacientes con heridas crónicas, en uno no encontró diferencias estadísticamente significativas en la cicatrización de úlceras por presión, y en el otro ensayo, acerca de heridas quirúrgicas por segunda intención, el Aloe vera retrasó la cicatrización. (24) En Contraste, María Villavicencio en Perú, en 2012, determinó el grado de efectividad de la sábila en el tratamiento de las

heridas en 30 estudiantes de la institución educativa de Pitumama. 14 estudiantes obtuvieron un buen grado de cicatrización en las fases de diferenciación y reconstitución, 1 estudiante en la fase proliferativa obtuvo buen resultado y el grupo control de 15 estudiantes que no se aplicaron Aloe vera se encontró en fase inflamatoria sin rasgos de un proceso de cicatrización, demostrando la efectividad del uso de la sábila en el tratamiento de heridas por su acción cicatrizante debido a los aminoácidos y proteínas que forman fibra colágena y vitamina C que facilita y acelera la cicatrización. (25)

En ciertas circunstancias se han obtenido resultados satisfactorios utilizando Aloe vera en heridas agudas; en otras ocasiones, no se ha llegado a esa conclusión por falta de claridad en los estudios. Por consiguiente, existe discordancia en la evidencia disponible sobre su efectividad. Por estas razones, se propone hacer una investigación documental acerca del uso de Aloe vera en heridas agudas.

En este estudio se realizó una revisión de literatura existente de 10 años atrás acerca del uso de Aloe vera *barbadensis* en la cicatrización de heridas agudas, describiendo en qué fases de la cicatrización fisiológica influyen los efectos del uso de Aloe vera en heridas agudas. La información obtenida será beneficiosa para el tratamiento de heridas agudas, debido a su alta aceptabilidad cultural, amplia disponibilidad y bajo costo. Se podrá utilizar como recurso factible, con base científica, en pacientes con difícil acceso físico o económico a servicios de salud, así como con antecedente para futuras investigaciones que profundicen sobre el uso de Aloe vera *barbadensis* en medicina. Una de las dificultades que se presentaron fue la limitada disponibilidad de información sobre el tema. Los documentos que se utilizaron fueron en español e inglés.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Describir en qué fases de la cicatrización fisiológica influyen los efectos del uso de Aloe vera *barbadensis* en heridas agudas.

Objetivos Específicos

- Describir la evolución de la cicatrización de las heridas agudas.
- Describir los cambios que se obtienen en las heridas agudas al usar Aloe vera *barbadensis*.
- Determinar el beneficio para el paciente al usar Aloe vera en el tratamiento de heridas agudas.

MÉTODO Y TÉCNICAS

En este estudio descriptivo se realizó una revisión de fuentes primarias y secundarias de información, libros de texto, publicaciones y artículos científicos en bases de datos en línea tanto en idioma español como inglés. Se utilizaron metabuscadores como: Pubmed, Scielo, Medscape, google scholar, Access Medicine, biblioteca y centro de documentación de la facultad de medicina “Dr. Julio de León Méndez”, Elsevier, Medes, Biblioteca Virtual en Salud (BVS), The New England Journal of Medicine, entre otros.

Para la realización de las búsquedas se utilizaron descriptores en Ciencias de la Salud (DeCs) y medical subject headings (MeSH) tanto en español como en inglés relacionados por medio de operadores booleanos, incluidos en la tabla 1, 2 y 3.

Se seleccionaron estudios de cohortes, casos y controles, ensayos clínicos, meta-análisis, estudios experimentales. Para seleccionar las fuentes de información relevantes primero se verificó si era un estudio realizado en humanos o animales, posteriormente se identificó si era fuente primaria o secundaria, luego se evaluó el grado de similitud con otros estudios existentes y, para finalizar, se seleccionó la información que era útil para estructurar el cuerpo de la monografía. Los criterios de inclusión fueron: fuentes de información primaria o secundaria en español o inglés, estudios en humanos y en animales, con no más de 10 años de publicación, con disponibilidad de texto completo. Se excluyeron fuentes de información con más de 10 años de publicación y fuentes con información depurada de las fuentes primarias y secundarias. Las publicaciones se buscaron con palabras clave: “Cicatrización con Aloe vera”, “Aloe vera y heridas agudas”, “Cicatriz y Aloe vera”, “Cicatrización”. Para la elaboración de las referencias bibliográficas se utilizó el gestor bibliográfico de Mendeley.

CAPÍTULO 1. PIEL, HERIDAS Y FISIOLÓGÍA DE LA CICATRIZACIÓN

SUMARIO

- **Conformación de la piel**
- **Heridas**
- **Proceso de cicatrización**
- **Tipo de cicatrices**

La piel es el órgano más grande de nuestro cuerpo, posee muchas funciones pero entre las principales es que es la primera barrera de protección, que nos separa del ambiente externo. Está conformada por tres capas: epidermis, dermis y tejido celular subcutáneo cada una de las cuales tienen células que ayudan para protección, termorregulación, sostén, sensibilidad y absorción entre otras funciones. Los traumatismos mecánicos, químicos o eléctricos pueden causar la pérdida de integridad de la superficie de la piel, a tales lesiones se les conoce como heridas. Pueden ser clasificadas según el tiempo, el grado de contaminación, mecanismo de acción, profundidad, entre otras. Dentro de las funciones de la piel y sus componentes se puede mencionar el proceso de cicatrización el cual se divide en 5 diferentes fases con diversas reacciones que desencadenan una respuesta a la herida. Este proceso fisiológico va a finalizar en un cierre de la continuidad de la piel con una cicatriz, aunque el tiempo de cierre dependerá de cada paciente. La cicatriz se mantiene en un proceso continuo de remodelación, con factores internos o externos que van a determinar que tipo de cicatriz que se establecerá.

1.1 Conformación de la piel

La piel es un órgano con alto dinamismo que permite un movimiento deslizante de baja fricción, ya que en ella se implica estiramiento y compresión. La piel también puede proporcionar información en tiempo real sobre la fisiología del cuerpo a través de signos físicos e informar patologías. (26)

1.1.1 Histología

Es una cubierta indispensable para la vida, posee un volumen entre 12% a 15% del peso corporal total, con superficie de 1.5-2 metros cuadrados aproximadamente en un adulto y tiene un espesor que puede variar desde 0-5 mm hasta 1 cm. Es el órgano más grande del cuerpo. Se renueva por completo cada 4 u 8 semanas. La piel está conformada por tres capas: Epidermis, Dermis, Hipodermis o Tejido Celular Subcutáneo, cada una de estas capas tiene estructura distinta y cumple funciones precisas. (27–29).

Epidermis: es la capa más externa que conforma a la piel. Esta capa es la más fina ya que puede llegar a tener un espesor de 0.1mm a 1.5 mm en las palmas y plantas, incluso de 0.05 mm en la piel que rodea los ojos. Forma el 5% del espesor de la piel. (27–29)

Sus estratos o capas de células que de profundidad a superficie son:

Capa basal: es solo una hilera de células, en donde se producen los queratinocitos. (27–29)

Los queratinocitos son células que se originan de la parte más inferior de la epidermis que sufren cambios al madurar y se posicionan en la parte superior y externa de la piel. Viajan por todo el espesor de la epidermis por lo cual al llegar a su sitio son células muertas. Estas se crean constantemente ya que al estar en contacto con el exterior son dañadas por lo que luego son reemplazadas por las que vienen debajo. A pesar de que estas células están muertas su fuerte unión intercelular es debido a los lípidos epidérmicos que son sintetizados por las glándulas sebáceas que al unirse con el agua de las glándulas sudoríparas forman una capa hidrolipídica que mantiene la integridad de la piel. Su principal función es la producción de queratina así mismo sintetizan alfa interferón, prostaglandinas, factores estimulantes de colonias granulocíticas-monocíticas, factor activador de timocitos. (27–29)

En esta capa también se encuentran los melanocitos que contienen los melanosomas, organelo donde se sintetiza el pigmento melánico o melanina, responsable de darle color a la piel y de dar fotoprotección. Se encuentra entre los queratinocitos. Y las células de Merkel que son las que forman terminaciones nerviosas y son las responsables de la sensibilidad táctil. Igualmente se originan y encuentran distintos anexos cutáneos como: complejo pilosebáceo, glándulas apocrinas, glándulas ecrinas y uñas. (27)

Capa espinosa: constituida por varias hileras de células que se van aplanando mientras suben a la superficie. (27)

Capa granulosa: contiene dos o tres hileras más aplanadas que las anteriores, producen queratina que es la principal proteína que da la estructura a la epidermis. (27)

Capa córnea: esta capa es la más externa que contiene células muertas, aplanadas y apiladas que se desprenden periódicamente. (27)

Estrato lúcido: es solo una capa de células homogéneas y transparente que se encuentra en la piel más gruesa del cuerpo como en las palmas y plantas debajo de la capa córnea. (27)

Las células de Langerhans se encuentran entre las diferentes capas suprabasales su función es inmunológica ya que captan, procesan y presentan antígenos que llegan a la epidermis. (27)

Dermis: capa intermedia, es la más gruesa, firme y elástica, constituye el 95% del espesor total de la piel. Su capa superior se encuentra en contacto con la epidermis, formando la unión dermoepidérmica que es la encargada de función, estructura, homeostasis, regeneración y curación de heridas; su capa inferior está en contacto con la hipodermis. Formada por tejido conectivo que contiene estructuras nerviosas, vasculares y apéndices cutáneos. Sus componentes principales son: células, fibras y sustancia fundamental amorfa. (27,29)

La célula más importante y numerosa es el fibroblasto, que está encargada de fabricar las fibras y la sustancia fundamental amorfa. También se encuentran en menor medida los linfocitos, células de Langerhans y mastocitos. (27)

Fibras: colágeno y elastina, compuestos que dan fuerza, flexibilidad y firmeza a la piel, proporcionando un aspecto sano y juvenil. (27–29)

El colágeno representa el 70%-80% y aporta la firmeza. Hay dos tipos de colágeno tipo I y III. Elastina representa el 2% del peso de la dermis es la que concede elasticidad a la piel. (27,29)

Sustancia fundamental amorfa: es el lubricante que se encuentra entre las fibras, lo cual facilita el movimiento de la piel. Consiste en dos glicosaminoglicanos: dermatán sulfato y ácido hialurónico, sustancia que está involucrada en la captación de agua. La unión de estos componentes permiten que la piel mantenga su volumen. (27,28)

Hipodermis o tejido celular subcutáneo: es la capa más interna de la piel, formada por adipocitos separados por tabiques fibrosos, células que tienen el 95% de lípidos del tejido graso del cuerpo. También se encuentran abundantes vasos sanguíneos y fibras de colágeno aunque distintas a las de la dermis, estas sostienen a los adipocitos entre sí. (27–29)

1.1.2 Funciones de la piel

La piel es un órgano que realiza una variedad de funciones, entre las que se encuentran: protección como aislante del exterior y de patógenos, termorregulación, sensibilización, secreción, inmunidad, excreción, producción de vitamina D, producción de melanina, identificación personal y reparación de heridas. (27,28,30)

Protección o barrera: su consistencia y composición protegen los órganos internos de daños físicos, químicos y mecánicos evitando la pérdida de agua y electrolitos del interior, funcionando como una barrera selectiva para mantener un equilibrio de líquidos y ácido base. La capa dérmica e hipodérmica protege al cuerpo de traumas mecánicos debido a que actúan como cojinetes y el crecimiento epitelial protege de las lesiones físicas como la radiación

debido a la pigmentación epidérmica y absorción; el epitelio celular compacto impide el paso de químicos. (27,28,30)

Termorregulación: este proceso es debido a la vasodilatación y vasoconstricción de los plexos vasculares cutáneos, la grasa hipodérmica y la sudoración que se activa en situaciones de calor extremo, la cual refresca la superficie. (27,28,30)

Sensibilidad: mediante múltiples receptores sensoriales en la superficie que transmiten sensaciones como el tacto, presión, prurito, dolor y temperatura mediante cordones medulares dorsales al cerebro. (27,28,30)

Secreción: esta acción es gracias a las glándulas secretoras que pueden ser ecrinas, apocrinas y holocrinas, las cuales secretan sudor, en el caso de las glándulas mamarias que secretan leche y las glándulas sebáceas que son ejemplos de las diferentes glándulas respectivamente. (27,28,30)

Inmunidad: en el sistema inmune cutáneo o tejido linfoide asociado a la piel intervienen los queratinocitos en las interacciones celulares con las células de Langerhans y los linfocitos T, así como en la producción de citocinas. Los histiocitos de la dermis también intervienen en la defensa. (27,28,30)

Dentro de este proceso se encuentran también los péptidos antimicrobianos que están presentes en la superficie epidérmica que actúan como antibióticos naturales que participan en la defensa y reparación tisular. Se encuentran las catelicidinas y las defensinas a y b. Pequeñas cantidades de estos péptidos antimicrobianos se producen generalmente en la epidermis y se acumulan alrededor de los folículos pilosos y las glándulas sudoríparas ecrinas donde la función de barrera es ausente o alterada. En caso de infección o trauma, los queratinocitos aumentan rápidamente la producción y reclutan neutrófilos como parte de la respuesta inflamatoria aguda. (27,28,30)

Excreción: cabe señalar que hay varias sustancias que se excretan a través de la piel, pero en situaciones patológicas donde el estrato córneo se produce en grandes cantidades, se pueden perder componentes del epitelio, como el azufre y proteínas. En la excreción se debe considerar la pérdida diaria de agua transdérmica. (27,28,30)

Producción de vitamina D: La piel es el único órgano que es inducido por los rayos UVB en condiciones fisiológicas para experimentar una conversión completa de 7 dehidrocolesterol en calcitriol (1,25-dihidroxitamina D3). El calcitriol regula el crecimiento y la diferenciación de queratinocitos. (27,28,30)

Producción de melanina: es por lo cual la piel se pigmenta y tiene función fotoprotectora.

Identificación personal: mediante la huella dactilar.

Reparación de heridas: a través del complejo proceso de cicatrización, y regeneración de la piel como se ha mencionado antes mediante el constante cambio celular especialmente de los queratinocitos. (27,28,30)

1.2 Heridas

Las heridas son resultado de la pérdida de continuidad o integridad de la superficie de la piel, producidas por diversas etiologías como: cortes, desgarros, quemaduras y aplastamientos, se pueden catalogar en diferentes clasificaciones: de acuerdo a tiempo, grado de contaminación, Aspecto, mecanismo de acción, según compromiso de estructuras no cutáneas, pérdida de sustancia, profundidad, si son heridas quirúrgicas las cuales si no se les proporcionan los cuidados pertinentes pueden llegar a generar diversas complicaciones.(31,32)

1.2.1 Clasificación de heridas

De acuerdo a tiempo se pueden dividir en agudas o crónicas. Las heridas agudas son las heridas que cicatrizan en forma y tiempo predecibles, siguen un proceso ordenado de cicatrización, el proceso se produce con rapidez y el resultado es una herida cicatrizada. La herida crónica es la herida que no siguió un proceso ordenado que da como resultado la integridad anatómica y funcional satisfactoria, o se considera como herida crónica a aquella que no cicatriza en tres meses. (32–36) También se pueden clasificar las heridas en Agudas, Subaguda y crónicas. Las heridas agudas son las que ocurren en menos de 6 horas y son potencialmente estériles. Las subagudas son las que tienen rango de más de 6 horas pero menos de 5 días, y las crónicas son las que tienen más de 5 días, son consideradas colonizadas por bacterias. (34)

Según la profundidad contenida en los distintos planos de la piel, desde la epidermis hasta el compartimiento muscular se pueden clasificar en 6 tipos los cuales son:

- Excoriación: afecta solo estrato de la piel, abarca epidermis y dermis, generalmente cicatrizan de forma adecuada y no dejan cicatriz.
- Superficial: Heridas que abarcan desde epidermis hasta hipodermis, y pueden incluso lesionar fascia ubicada entre tejido adiposo y músculo.
- Profunda: Herida que implica epidermis hasta músculo y puede llegar a lacerar vasos sanguíneos y nervios de mayor calibre, estas alcanzan hasta la fascia profunda que reviste el compartimiento muscular pero no compromete la fascia profunda subserosa.

- Penetrante: Abarca desde epidermis hasta fascia profunda subserosa que cubre paredes internas músculo esqueléticas, permiten comunicación con el exterior y cavidades corporales.
- Perforante: Herida que incluye epidermis hasta cavidad pero incluye víscera, pudiéndose lesionar o perforar.
- Empalamiento: Herida de naturaleza por objeto inciso-punzante el cual queda atrapado dentro del organismo o en algún orificio natural. (34,35)

Por grado de contaminación las heridas quirúrgicas se pueden clasificar en: heridas limpias, limpias-contaminadas, contaminadas y sucias.

Las heridas limpias son aquellas en las que el procedimiento se realizó con una técnica aséptica, con ausencia de inflamación, no se involucra órganos o cavidad de cuerpo colonizada como por ejemplo tracto respiratorio, gastrointestinal o genitourinario, riesgo de infección de herida quirúrgica es mínimo, en un ambiente controlado libre de contaminación. (32,34)

Las heridas limpias-contaminadas son procedimientos con técnica aséptica y con ausencia de inflamación, se accede un órgano o cavidad colonizada por bacterias intencionalmente, sin verter contenido. (32,34)

Las heridas contaminadas son heridas que se encuentran abiertas por menos de 6 horas. Puede ser accidental, con contaminación amplia en el sitio quirúrgico con ausencia de infección a simple vista pero existe inflamación y puede contener derrames de secreciones. (32,34)

Las heridas sucias o infectadas son heridas que permanecen abiertas por mas de 6 horas, pueden ser traumáticas conteniendo tejido desvitalizado con inflamación y pus, y existe una infección en el sitio quirúrgico. (32,34)

Según el aspecto las heridas pueden ser:

- Contusa: son heridas con bordes irregulares o no definidos, ocasionadas por impacto de objetos, suelen acompañarse de formación de hematoma. (32,35,37)
- Cortante: con bordes netos o definidos, herida limpia. (32,37)
- Punzantes: Herida producida por objeto puntiagudo, donde prevalece la profundidad sobre la extensión. (32)
- Atrición: Aplastamiento de un segmento corporal. (32)
- Avulsión: amputación o arrancamiento, extirpación de un segmento corporal generalmente por tracción violenta de tejidos. (32,35)
- Colgajo: unidad que se encuentra unida solo por su base o pedículo por medio del cual se conserva la vascularización. (32,35)

- Erosiva o abrasiva: Áreas sin epidermis, pero con otras capas de la piel conservadas. (32)
- Quemaduras: Son heridas resultado de un trauma físico o químico que da como resultado una desnaturalización de proteínas tisulares proporcionando una destrucción de los tejidos. Éstas tienen su propia clasificación y pueden ser de diversas etiologías como líquidos calientes, llamas, electricidad, productos químicos, frío, radiación. (34,38)

Según mecanismo de acción: Pueden ser por arma blanca, arma de fuego, objetos contusos, agente químico, térmico o por mordedura de animal

Según compromiso de estructuras no cutáneas: Simples: las cuales involucran solo piel o pueden ser complicadas o complejas: las cuales tienen compromiso de vasos sanguíneos, nervios, cartílagos y músculos. (32)

1.3 Proceso de cicatrización

La cicatrización normal de las heridas presenta un patrón predecible que puede dividirse en diferentes fases las cuales se establecen de acuerdo a las células que se presentan y las diversas reacciones bioquímicas que se desencadenan como respuesta a la herida. Todas las heridas siguen esta serie de procesos celulares y bioquímicos con el fin de obtener la integridad de los tejidos de manera satisfactoria. (33) Algunos autores proponen 4 fases mientras que otros proponen 3 fases pero ambas incluyen los mismos sucesos. (39–41)

1.3.1 Hemostasia e inflamación

Toda herida altera la integridad de las células por tal razón se presenta sección de los vasos sanguíneos, así como exposición de la matriz extracelular a las plaquetas (33). La hemostasia se produce rápido como intento por limitar el daño. Esta fase se caracteriza por presentar mayor permeabilidad vascular, migración de células a la herida por quimiotaxia, secreción de citocinas y factores de crecimiento. (36)

Las lesiones en los vasos sanguíneos provocan una vasoconstricción intensa de arteriolas y capilares la cual va seguida de una vasodilatación y mayor permeabilidad vascular, cuando sucede la lesión los eritrocitos y plaquetas se adhieren al endotelio dañado provocando la detención de la hemorragia. La adhesión de plaquetas al endotelio está mediada por receptores de la integrina y por receptores de glucoproteínas de alta afinidad. Las plaquetas expresan receptores de integrinas que median la unión al colágeno subendotelial y la laminina o la unión directa a ligandos de la matriz subendotelial. (36,40)

El colágeno subendotelial de los vasos sanguíneos a la matriz extracelular propicia la agregación y de granulación de plaquetas las cuales dan como resultado la activación de la cascada de coagulación utilizando el factor VII de Von Willebrand. La activación de las plaquetas tiene lugar por medio de la unión al colágeno tipo IV y V expuesto al endotelio vascular. La adhesión de plaquetas al endotelio está mediada por receptores de la integrina y por receptores de glucoproteínas de alta afinidad. Las plaquetas expresan receptores de integrinas que median la unión directa al colágeno subendotelial y la laminina o la unión directa a ligandos de la matriz subendotelial. Como resultado se produce un coágulo de fibrina el cual funciona como estructura de soporte para la migración de células inflamatorias entre ellas leucocitos, polimorfonucleares y monocitos. (33,36)

La activación de la cascada de la coagulación se da por la vía intrínseca y extrínseca. Las plaquetas se activan, los fosfolípidos presentes en la membrana se unen al factor V, dando como resultado la interacción con el factor X. se genera protrombinasa unida a la membrana y se potencia la producción de trombina la cual activa las plaquetas y acelera la conversión de fibrinógeno en fibrina, las cadenas que conforman la fibrina atrapan glóbulos rojos para formar coágulo y reclutan linfocitos a la herida. (36)

Los mastocitos que se han adherido al endotelio liberan histamina y serotonina lo cual da como resultado un aumento de la permeabilidad de las células endoteliales permitiendo la salida de plasma al espacio extracelular. Los polimorfonucleares son las primeras células en infiltrar la herida, ayudan a incrementar la permeabilidad vascular, liberación de prostaglandinas y la presencia de sustancias quimiotácticas que favorecen la estimulación de la migración de neutrófilos, en donde la principal función de estas células es la fagocitosis de desechos de tejidos y de bacterias que hayan penetrado al interior del cuerpo por medio de la herida, los polimorfonucleares son importantes en las etapas iniciales de la inflamación en especial en la liberación de factor de necrosis tumoral alfa la cual es importante en la angiogénesis y síntesis de colágeno. Otras sustancias que se liberan por medio de los polimorfonucleares son proteasas entre ellas colagenasas que degradan la matriz y la sustancia fundamental en la fase inicial de la cicatrización. (33,36)

Posterior a la llegada de los polimorfonucleares llegan los macrófagos, los cuales son vitales para una cicatrización satisfactoria debido a que presentan actividad de desbridamiento de la herida por medio del proceso de fagocitosis. Esto da como resultado una estasis microbiana; estos se derivan de los monocitos los cuales aparecen 24-48 horas después de la lesión y alcanzan elevadas concentraciones alrededor de la hora 48 a 96 después de la lesión y continúan hasta que la cicatrización concluye. Los neutrófilos empiezan a desaparecer, los macrófagos aparecen e inducen apoptosis de los polimorfonucleares. Los factores quimiotácticos para los monocitos incluyen productos bacterianos, productos de la degradación del complemento, trombina, fibronectina, colágeno, TGF-Beta y PDGF-BB. La

interacción de la fibrina y fibronectina contenida en el medio extracelular produce quimiotaxis con los monocitos por medio de la interacción de estas partículas con los receptores de integrina presentes en la superficie de los monocitos. La transformación de monocitos a macrófagos es mediada por la expresión de integrinas, aumentando la actividad de fagocitosis. La principal función de los macrófagos es activar e incorporar a otras células por medio de la vía de citocinas, factores de crecimiento y por medio de interacción entre célula y célula utilizando "moléculas de adherencia intercelular. Por medio de la liberación de mediadores de la inflamación los macrófagos regulan la proliferación celular, síntesis de matriz y angiogénesis". La angiogenia y fibroplasia son mediadas por citocinas y radicales libres producidos por los monocitos. (33,36)

Las siguientes células son los linfocitos T, son menos numerosos que los macrofagos, aparecen al día 5 después de la lesión y llegan a concentraciones máximas alrededor de 7 días después de la lesión. Funcionan como una conexión de transición a la siguiente fase: fase proliferativa. La disminución de los linfocitos T de la herida "disminuye la fuerza y el contenido de colágeno. Por el contrario, la supresión selectiva del subgrupo de supresor CD8, incrementa la cicatrización de la herida". Los linfocitos presentan función acerca de la "disminución de síntesis de colágeno por fibroblastos mediante interferón gamma, factor de necrosis tumoral alfa e interleucina-1". (33) Los linfocitos T producen interferón gamma el cual disminuye la síntesis de prostaglandinas potenciando el efecto de los mediadores de la inflamación, disminuyendo la formación de colágeno e inhibiendo la migración de los macrófagos. (36,42)

1.3.2 Proliferación

Es la segunda fase de la cicatrización, involucra los días 4 a 12, se recupera la continuidad del tejido. Esta fase se caracteriza por la formación de tejido de granulación el cual está compuesto por una conformación de colágeno laxo, fibronectina, ácido hialurónico, fibroblastos, macrófagos y por el lecho capilar. Las células endoteliales y los fibroblastos son las últimas células en infiltrar la herida. El factor quimiotáctico más potente para los fibroblastos es el factor de crecimiento derivado de plaquetas. Después de la infiltración los fibroblastos necesitan proliferar y luego se activan para producir síntesis y remodelación de matriz, acción mediada por citocinas y factores de crecimiento de macrófagos. El lactato acumulado en las heridas con el tiempo funciona como regulador potente de la síntesis de colágeno. (36,42)

Las células endoteliales proliferan en gran medida durante esta fase, estas células tienen función en la angiogénesis, después de la lesión las células endoteliales activadas degradan la membrana basal de las vénulas postcapilares y permiten migración de células.

Las células migrantes provocan la replicación y formación de tubos capilares nuevos están influidos por citosina y factores de crecimiento como: factor de necrosis tumoral alfa, factor transformador de crecimiento beta y factor de crecimiento endotelial vascular. (33)

1.3.3 Síntesis de matriz

El colágeno tiene función vital en la finalización satisfactoria de la cicatrización de heridas, el depósito, maduración y remodelación son importantes para obtener una integridad funcional de la herida. Existen diversos tipos de colágeno, pero los de mayor importancia para la restauración de la herida son el tipo I y III. El colágeno tipo I conforma principalmente la matriz extracelular en la piel y el colágeno tipo III ejerce importante función durante el proceso de reparación. (33,36)

Los fibroblastos tienen la función de la síntesis de colágeno la cual inicia en la fase inflamatoria. El tiempo que necesitan las células mesenquimatosas indiferenciadas para diferenciarse en fibroblastos especializados da una explicación del lapso de la herida y la aparición de colágeno el cual es de 3 a 5 días y se le denomina fase de demora. Los fibroblastos migran por quimiotaxis estimulada por factores de crecimiento, fragmentos del complemento C5, fibronectina, fragmentos de elastina trombina, factor de necrosis tumoral Alfa, eicosanoides, leucotrieno B4 y fragmentos de colágeno. (36)

La cantidad de colágeno que se sintetiza disminuye después de 4 semanas y se equilibra con la destrucción por medio de la colagenasa. La herida realiza transición a una fase de maduración de colágeno. Las glucoproteínas y mucopolisacáridos se reducen en la fase de maduración y los capilares nuevos desaparecen. (36,43)

Los glucosaminoglucanos forman en gran medida la sustancia fundamental que se encuentra en el tejido de granulación. Los glucosaminoglucanos se combinan con proteínas para formar proteoglucanos. Los glucosaminoglucanos presentes en las heridas son dermatán y sulfato de condroitina, estos son sintetizados por los fibroblastos e incrementan su concentración durante las primeras 3 semanas de cicatrización, pero el contenido de proteoglucanos disminuye en forma gradual con la maduración de la cicatriz y remodelación del colágeno. (33)

1.3.4 Maduración y remodelación

Esta fase inicia durante la fase fibroplástica caracterizada por reorganización del colágeno sintetizado en fases anteriores. El colágeno es metabolizado por metaloproteinasas de matriz y el contenido del colágeno de la herida es producto de un equilibrio entre

colagenólisis y la síntesis de colágeno. La cantidad de colágeno que se acaba de depositar determina la fuerza e integridad de la herida. (33,36)

Los depósitos de matriz en la herida siguen patrones característicos: el colágeno tipo III y la fibronectina conforman la estructura inicial de la matriz, glucosaminoglucanos y proteoglucanos son componentes importantes en la matriz y el colágeno tipo I se obtiene en la matriz final. La cantidad de colágeno en la herida llega a una meseta semanas después pero la fuerza de tensión de la herida sigue aumentando por varios meses. La formación de fibrillas y enlaces cruzados disminuyen la solubilidad del colágeno e incrementa fuerza y resistencia a la degradación por medio de enzimas de la matriz de colágeno. (33)

La remodelación de la cicatriz continua por 6 a 12 meses después de la lesión y tiene como resultado una formación progresiva de cicatriz madura, avascular y acelular. Existe un recambio constante de colágeno en la matriz extracelular, en herida cicatrizada como durante la homeostasia tisular normal. El proceso de colagenólisis es debido a la actividad de colagenasa. La formación de colágeno como la lisis de éste, están moduladas por citocinas y factores de crecimiento como el Factor de transformador de crecimiento beta (TGF-beta) el cual aumenta la transcripción del nuevo colágeno y disminuye el metabolismo al estimular la producción de inhibidores tisulares de metaloproteinasa. El equilibrio entre depósito y degradación determina finalmente la fuerza y la integridad de la herida. (33)

1.3.5 Epitelización

En esta fase la fuerza e integridad del tejido se han devuelto y la barrera externa también debe hacerlo por lo que este proceso lo caracteriza la proliferación y migración de células epiteliales cercanas a la herida. (33)

Esta fase inicia desde el día uno y se observa como engrosamiento de epidermis en los bordes de la herida. Las células marginales del borde de la herida pierden sus inserciones firmes a la dermis, crecen y migran a través de la superficie de la matriz provisional. Las células marginales sufren una serie de modificaciones para el proceso de epitelización las cuales consisten en: desprendimiento, migración, proliferación, diferenciación, y estratificación. estas células presentes a una zona cercana al borde de la herida presentan divisiones mitóticas rápidas y migran moviéndose una sobre otra hasta cubrir el defecto, estas células adquieren aspecto cilíndrico con actividad mitótica aumentada, las capas del epitelio se restablecen y la capa superficial se queratiniza. (33,36)

En menos de 48 horas la reepitelización se ha completado en las heridas por corte que han sido aproximadas pero la reepitelización puede demorar más tiempo en heridas grandes con defecto epidérmico/dérmico donde la membrana basal ha sido comprometida. (33,36) Cuando hay daño solo en epitelio o dermis superficial la reparación radica en la reepitelización

sin fibroplasia o con una mínima fibroplasia, así como formación de tejido de granulación. Los estímulos para la reepitelización no se encuentran bien definidos por completo pero el proceso es mediado por una combinación de pérdida de la inhibición por contacto, exposición y constituyentes de la matriz extracelular como fibronectina, citocinas sintetizadas por células mononucleares inmunitarias. Se demostró que Factor de crecimiento epitelial (EGF), Factor transformador de crecimiento beta (TGF-beta), Factor de crecimiento fibroblástico básico, Factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF) y el Factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1) fomentan la cicatrización. (33)

Las células epidérmicas expresan receptores de integrinas los cuales interactúan con proteínas de la matriz extracelular. Las células migrantes producen la separación de la costra del tejido viable por medio de disección. Las células epiteliales se desplazan hasta que los bordes de la herida hacen contacto, si existe ausencia de células próximas a los bordes podría ser una señal para la migración y proliferación de células epidérmicas. (36)

1.4 Tipo de cicatrices

Al finalizar la cicatrización se puede encontrar una cicatriz establecida, aunque este proceso no termina solo con el cierre de continuidad. El 38% a 70% de las cicatrices están en remodelación constante durante varios años, debido a diversos factores entre los cuales la tensión es la más importante, ya que sirve como estímulo para que los fibroblastos formen nuevo colágeno y hace que los miofibroblastos se organicen y estos son los responsables de la retracción. Además de estos componentes al momento de formar la cicatriz y en los cambios que puedan surgir con la remodelación también influye de manera importante la predisposición genética del paciente, la base en donde se asienta la cicatriz, oxigenación y la infección. Así mismo el aumento de temperatura y la presión son factores que pueden acelerar el proceso de remodelación y disminución de cicatriz. (42,44,45)

Las cicatrices en cualquier etapa de su formación pueden producir síntomas como prurito, escozor, dolor; y ya que pueden ser inestéticas o desfigurantes en ciertos pacientes pueden producir, ansiedad y depresión. Debido a que cada paciente es diferente no se sabe a quienes pueden producir tales síntomas, por lo que las cicatrices se clasifican en cuatro grupos en función de aspecto: normotróficas, atróficas, hipertróficas y queloides. (42,44–46)

1.4.1 Normotróficas

Este tipo de cicatriz es la que se mantiene limitada a los márgenes de la herida original, plana, que no crece y poco evidentes, que normalmente se curan mediante la contracción del tejido. (44)

1.4.2 Atróficas

Son cicatrices que se encuentran por debajo de la superficie de la piel que las rodea. Se producen cuando el tejido conectivo nuevo es insuficiente para la curación debido a una desorganización de este tejido. Primero suelen manifestarse alteraciones eritematosas y después se convierten en cicatrices con alteración de la pigmentación; ya sea hiperpigmentadas o hipopigmentadas. Las hiperpigmentadas son más frecuentes en pacientes con fototipos altos o piel oscura y normalmente son transitorias a menos que se encuentren depósitos de melanina en los melanosomas por lo que pueden ser permanentes. Las hipopigmentadas suelen ser fibróticas y son más frecuentes en fototipos más bajos o piel clara y generalmente son permanentes. (44,45)

1.4.3 Hipertróficas

Estas cicatrices al contrario de las atróficas, pueden estar causadas por la hiperproducción de tejido conectivo; están sobreelevadas, engrosadas y eritematosas que pueden causar prurito; todo esto sin exceder los límites de la lesión reparada. Aparecen cuando la herida es sometida a grandes fuerzas de tracción continuas durante la curación, como lo es al estar en movimiento constante y durante el primer mes de cicatrización. En este proceso se reduce la expresión de la colagenasa y se forman más fibras de colágeno. Pueden reaparecer espontáneamente con el tiempo. (44,45)

1.4.4 Queloides

Son lesiones muy engrosadas, firmes y prominentes de tejido cicatricial, con aumento de producción de tejido conectivo; a veces de aspecto nodular, eritematoso o rojo violáceo y que pueden causar prurito y sensibilidad intensa. La diferencia entre este tipo de cicatriz y las hipertróficas es que los queloides tienden a expandirse hacia el tejido sano circundante, fuera de los límites de la lesión. Se localizan mayormente en la zona preesternal, hombros, parte superior de la espalda y lóbulos auriculares. El motivo de este sobre aumento es que hay una alteración heredada del metabolismo del colágeno, que hace su fase proliferativa muy avanzada, en la que los fibroblastos fabrican niveles altos de colágeno, principalmente tipo I. Los queloides no reaparecen con el tiempo debido a su alta cantidad de hialuronidasa. (42,44,45,47)

Con un panorama amplio y teniendo en mente las capas de la piel, y elementos que la conforman se puede obtener una idea amplia del proceso de cicatrización de heridas, así como los diferentes tipos de heridas que pueden existir y las distintas cicatrices que pueden

quedar como resultado de la herida. Todo esto conduce a que se evalúe la posibilidad de medicamentos que puedan influir en la cicatrización, haciendo que la herida cicatrice de la manera más pronta y con las menos complicaciones. Antes de describir las funciones del Aloe vera en las heridas agudas, se debe describir qué es el Aloe vera y los componentes que la conforman para así desarrollar una idea de los beneficios que esta pudiera ofrecer en las heridas y en la medicina, para esto se desarrolla el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 2. ALOE VERA Y SU USO EN HERIDAS

SUMARIO

- **Composición del Aloe vera**
- **Propiedades del Aloe vera**
- **Uso del Aloe vera en heridas agudas**

El Aloe vera más comúnmente conocido como Sábila, está compuesto por diversas sustancias de las cuales una gran cantidad ejerce efectos beneficiosos para distintas patologías; es por ello que es muy popular dentro de la medicina tradicional. En esta sección se describe la composición del Aloe vera. Entre los componentes bioactivos de esta planta se puede mencionar el acemanano, la barbaloína y la emodina. Las propiedades beneficiosas que esta planta puede ofrecer son propiedades: cicatrizante, gastroprotectora, antimicrobiana y antioxidante. El Aloe vera, debido a su riqueza de componentes, ejerce una acción beneficiosa para la cicatrización de heridas debido a que en las diferentes fases de la cicatrización fisiológica aporta nutrientes o estimula la cicatrización por medio de diferentes vías, como lo es promover los diferentes factores de crecimiento, aportar nutrientes para facilitar la aparición de ciertas células. Todo ello se encuentra con más detalle en el desarrollo de este capítulo.

2.1 Composición del Aloe vera

El Aloe vera también conocido como *Aloe barbadensis* Miller, familia de las *asfodeláceas* o *Liliaceae*, entra en la clasificación de plantas suculentas debido a que posee hojas gruesas en forma de roseta que retienen agua en climas cálidos y áridos. Esta planta tiene varios componentes biológicamente activos que la hacen una planta con efectos antibacterianos, antiinflamatorios, antifúngicos, antisépticos, antineoplásicos, antidiabéticos, antivirales, antioxidantes, cicatrizantes e inmunomoduladores que estimulan la regeneración y crecimiento de los tejidos. Puede medir desde unos cuantos centímetros hasta 50 centímetros. Es una planta medicinal antigua no se sabe con exactitud el tiempo que se ha reconocido como planta medicinal, pero hay información que data de hace 3,500 años. En el siglo 5 antes de Cristo, Hipócrates la describe en su canon de medicina. Siglos más tarde, Teofrasto la menciona en su tratado de botánica. En el siglo 1 después de Cristo, en autores como Galeno, incluso es nombrada en el evangelio de San Juan. También entre sus referencias se encuentran en los Papiros de Ebers, en China y Egipto, para tratar quemaduras, heridas y reducir la fiebre, debido a que contiene más de 75 compuestos biológicos como polisacáridos, vitaminas, enzimas, aminoácidos y minerales; los cuales tienen la capacidad de aguantar los diferentes mecanismos y procesos celulares como la unión, migración, proliferación y diferenciación. Su nombre Aloe deriva del árabe “alloeh” que significa

“sustancia amarga brillante” y vera significa “verdadero” en latín, en sánscrito se refiere como diosa. (48,49)

Su nombre *Aloe barbadensis* Miller se debe al botánico Miller, el cual hizo la primera clasificación de los Aloes de la isla de Barbados, por lo que se reporta que esta planta es originaria de este país y fue introducida al mundo como producto de comercio. El nombre correcto aceptado actualmente es Aloe vera no obstante es conocida coloquialmente como Sábila. (48,49)

2.1.1 Componentes bioactivos

El Aloe vera está compuesto por raíz, tallo, hojas y flores. Las hojas crecen alrededor del tallo al nivel del suelo desde el centro hacia arriba y dan flores amarillas o rojas. Las hojas de esta planta están dentadas para su protección, tienen diferentes capas y está formada por el exocarpio o corteza que está cubierta de cutícula delgada y representa del 20 al 30% del peso total de la planta la cual es de color verde o verde azulado. El parénquima es una capa interna que tiene consistencia gelatinosa transparente que se le conoce como mucilaginoso que representa el 65 a 80% del peso total, y tiene la mayoría de las propiedades terapéuticas de la planta; el 99% de ella es agua el resto está compuesto por glucanos, aminoácidos, lípidos, esteroides y vitaminas. El gel suele tener 55% de polisacáridos, 17% de azúcares, 16% de minerales, 7% de proteínas, 4% de lípidos y 1% de compuestos fenólicos aproximadamente. (48,49)

Una capa gruesa y externa o también llamada corteza, sirve como protección, sintetiza carbohidratos y proteínas. Esta capa externa está compuesta por haces de xilema y floema. El xilema es el que se encarga de transportar agua y minerales de las raíces a las hojas y el floema ayuda a trasladar el almidón y otras moléculas. Entre la corteza y la pulpa que se encuentra en la superficie interna de la hoja se encuentran unos conductos longitudinales de pocos milímetros de diámetro, en ellos circula la savia de la planta que es conocida como acíbar, que es de color amarillo con sabor amargo, contiene antraquinonas y glucósidos; estas moléculas dan al Aloe sus efectos laxantes. (48,49)

De los componentes con mayor presencia en el gel se encuentran los polisacáridos que están encargados de la mayoría de las actividades biológicas que se le atribuyen a esta planta, están formados de cadenas lineales de moléculas de glucosa y manosa que incluyen celulosa, hemicelulosa, glucanos, derivado de manosa y compuestos acetilados. El acemanano y el glucomanano son los elementos principales del Aloe vera. El acemanano está formado por una cadena larga de manosa acetilada o manosa unida a β - (1,4) con peso entre 30 o 40 Kilo dalton. a este componente y a la manosa-6-fosfato se debe el efecto antiinflamatorio. (48,49)

El acemanano y el glucomanano demostraron que son los componentes que aceleran la regeneración tisular, activan los macrófagos, estimulan el sistema inmunológico y tienen efectos antibacterianos y antivirales; también reducen la inflamación. El acemanano está involucrado en el metabolismo celular al regular el flujo de nutrientes y desechos. El Aloe vera tiene otros componentes como antraquinonas, estos son compuestos fenólicos de las hojas y son componentes con efectos antiinflamatorios, antioxidantes que inhiben la citotoxicidad por los radicales libres y peroxidación lipídica, y antibacterial, dentro de estos se encuentran la barbaloína, emodina y antranol.(48–50)

2.2. Propiedades del Aloe vera

El Aloe vera es una planta con diversidad de propiedades entre las cuales se mencionan la inmunomoduladora, cicatrizante, gastroprotectora, antimicrobiana y antioxidante. Debido a sus diferentes propiedades es usada en varios campos de la medicina.(51) El Aloe vera tiene efectos de inmunomodulación que están vinculados con las glicoproteínas y lectinas que se encuentran en su gel. (49)

La actividad gastroprotectora se ha visto por medio de la inhibición de la producción de ácido gástrico, estimulación de pepsina y secreciones de jugos gástricos normalizando el pH para favorecer equilibrio en la microbiota gástrica, evitando pirosis, se ha visto efectos terapéuticos en el tratamiento de colitis ulcerosa de moderada a leve en donde los resultados histológicos mostraron una disminución de colitis ulcerativa significativamente durante el tratamiento con Aloe vera disminuyendo la inflamación intestinal, esto gracias a la disminución de la expresión de interleucinas proinflamatorias y de factor de necrosis tumoral alfa en la mucosa de colon, también disminuyendo los niveles de leucotrienos en plasma. El gel de Aloe vera tiene efecto inhibitor dependiente de la dosis sobre la producción de metabolitos reactivos de oxígeno, este efecto tiene actividad antiinflamatoria en la enfermedad inflamatoria intestinal. El Aloe vera tiene efectos en el aumento del apetito por medio de estimulación de neurotransmisores, así como disminución de meteorismo por propiedades anti fermentativas. (49,52,53)

En la inflamación gástrica las células mononucleares y neutrófilos producen citocinas proinflamatorias entre ellas interleucina 7 y 8 así como también se producen citocinas anti inflamatorias (interleucina 10). El Aloe vera también puede disminuir las lesiones gástricas que son resultado del consumo de etanol. En el estreñimiento se ha comprobado las propiedades laxantes del Aloe vera, la cual regula la motilidad intestinal, volumen fecal, tiene efecto astringente y reequilibrador del aparato gastrointestinal, amortiguador normal del PH; estos resultados no involucran efectos secundarios como otros laxantes. (52,53)

El Aloe vera también ha tenido uso en tratamiento de diabetes mellitus en donde la glucosa en sangre se redujo de 250 mg a 141 mg en pacientes mujeres diabéticas que consumieron Aloe vera durante 42 días. Se ha visto que, en ratones, aparte de disminuir los niveles de glucosa en sangre, también disminuye los adipocitos, así como un efecto hepatoprotector. Hormone Research describió que el Aloe vera redujo los niveles de azúcar en diabéticos, en 5 pacientes adultos no insulino dependientes utilizando 1/2 cucharada de extracto al día por 14 semanas, se redujo 45% sin alteraciones de peso. El consumo oral de Aloe vera reduce la expresión de citocinas relacionadas con la obesidad como lo son interleucina 1 beta e interleucina 6, induce activación en mayor proporción de vías de señalización de proteína cinasa activada por AMPc, esta está relacionada con la disminución de la grasa corporal al estimular vías de transporte de glucosa, oxidación de ácidos grasos, también disminuye las vías que producen gluconeogénesis y lipogénesis. Un beneficio del consumo del Aloe vera es que evita el retraso de la cicatrización debido a los incrementos del factor de crecimiento transformante Beta 1, factor de crecimiento endotelial vascular, síntesis de colágeno, angiogénesis y proliferación celular. (49,52,53)

El consumo oral de Aloe vera tiene efecto en la disminución de concentraciones de colesterol y triglicéridos séricos puesto que puede aumentar de manera notable la concentración de lipoproteínas de alta densidad (HDL) esto es provocado por los esteroides de origen vegetal como el esteroide y citoesteroide, el germanio orgánico, cromo, acemanano, vitaminas, aminoácidos y enzimas. Se han obtenido datos de una reducción de colesterol de hasta en un 61%, en otros el colesterol total disminuyó un 15.4-15.5%, triglicéridos 25.2-31.9% y LDL de 18.2-18.9%; este efecto no solo es debido a algunos componentes sino que se debe a la compleja composición química de la planta la cual es capaz de emulsionar y estimular la purificación de sangre en el hígado. (49,52,53)

El Aloe vera también es conocido por su efecto antioxidante el cual es dependiente del grado de acetilación, peso molecular, tipo de azúcares y enlace glucosídico de los polisacáridos presentes en la sábila. Una fuerte actividad de eliminación de radicales superóxido fue encontrada en dos polisacáridos extraídos de la planta "GAPS-1" extraído del gel y "SAPS-1" extraído del exocarpio, además de presentar actividad de eliminación de radicales hidroxilo y de inhibición de peroxidación lipídica, en donde el GAPS-1 tiene mayor actividad antioxidante. La concentración de polisacáridos y flavonoides contenidos en las hojas del Aloe vera aumenta acorde con la edad de madurez la cual es un factor ligado al efecto antioxidante, las hojas de 3 años de edad mostraron tener una alta actividad de eliminación de radicales un 72.19% comparado con el butil hidroxitolueno 70.52% y el alfa-tocoferol 65.20%. (49)

El Aloe vera también presenta efectos como alternativa en la terapia en el cáncer esto es principalmente por aloe-emodina ya que induce mecanismos de apoptosis en células

cancerosas y tumorales, así como un efecto sinérgico con agentes usados en quimioterapia como cisplatino, oxaliplatino en donde aumenta la tasa de regresión tumoral y tiempo de supervivencia. Resultados de estudios in vitro se evidenció que en las células MGC-803, AGS y NCI-N87, líneas celulares de carcinoma gástrico, el aloe-emodina disminuye la proliferación celular e induce la diferenciación celular, induciendo apoptosis, salida de citocromo C y la activación de caspasa 3, 8 e inhibición de proteína cinasa C. (52)

En las células de melanoma y cáncer de lengua inhibe el poder invasivo, inhibe la migración celular, induce la expresión de transglutaminasa 2 y disminuye secreción de metaloproteinasa 9. En el Cáncer nasofaríngeo el aloe-emodina inhibe la expresión de metaloproteinasas 2 por medio de la activación de vías p38 MAPK y NFkB. En el modelo in vitro de carcinoma hepático el aloe-emodina induce la expresión de calpaína 2 y ubiquitina ligasa las cuales son proteínas con relación a señales apoptóticas. La aloe-emodina induce apoptosis por vías intrínsecas y extrínsecas además de inducir la apertura del poro de transición mitocondrial en células cancerígenas de pulmón, un estudio realizado en la Universidad de Okinawa en Japón, describió que al dar dosis diarias de Aloe vera prevenía el cáncer de pulmón, aunque no suprimió el crecimiento del tumor en ratas. Resultados de experimentos en animales, afirman que la liberación del FNT-alfa bloquea el suministro de la sangre a los tumores cancerosos. (52,53)

En el asma, la ingestión o inhalación de vapor del jugo de Aloe vera, funcionan como broncodilatadores. Los aminoácidos principales como aloe-emodina y metionina estimulan la acción de los fagocitos. El Dr. Shida Talkao, en 1985, realizó un estudio en Japón el cual consistió en que a 33 pacientes se les dió jugo de hoja de Aloe vera. Se vieron resultados positivos a las 24 semanas del estudio: los 33 pacientes presentaron mejoría desde buena a espectacular con respecto al asma. (53)

El Aloe vera se ha utilizado como tratamiento en acné y acné rosáceo donde el ácido crisofánico y acemanano ejercen acción antiinflamatoria y son alternativa a la terapia antibiótica. También tiene usos en la disminución de arrugas en la piel y estrías debido a que combate la reducción de colágeno. El uso de Aloe vera en alergias y pruritos es debido a la función del acemanano, enzima bradiquinasa y algunas antraquinonas que inhiben esta reacción. El uso de Aloe vera en angina de pecho se debe a que ayuda en la concentración de niveles de ácido fólico, magnesio y vitamina E, que regularizan las contracciones ventriculares, facilitan la oxigenación de las células y disminuyendo los espasmos dolorosos. (53)

El papel del Aloe vera en quemaduras principalmente de I y II grado es debido a que tiene propiedades antibióticas y acción analgésica por medio de isobarbaloina y ácido dinámico y salicílico. El acemanano facilita la regeneración. En Informe del Journal Of the

Medical Association de Tailandia 27 pacientes con leves quemaduras sanaron más rápido al utilizar Aloe como tiempo medio de 12 días comparado con 18 días del grupo petrolato sólido. (53)

Por sus diversas propiedades se ha utilizado Aloe vera en patologías como lo son: Alopecia, caspa, resequedad de cuero cabelludo, cuidado de la piel, varicela, halitosis, erisipela, amigdalitis, anemia, artritis gotosa y reumatoide, resfriado común, cistitis, Cándida vaginal, dermatomicosis, mastitis, psoriasis, llagas por decúbito, hemorroides, hemorragias internas y externas. (53)

2.3. Uso de Aloe vera en heridas agudas

El Aloe vera ayuda a la prevención y curación de heridas en la piel estimulando: proliferación, migración, construcción, contracción de la matriz y factores de crecimiento, aumentando la respuesta inflamatoria de las células de la dermis produciendo una rápida y eficaz manera de cicatrización de heridas. Las células de la dermis comienzan construyendo colágeno que conforman el epitelio, sin importar el tipo de origen de la lesión el Aloe vera propicia beneficios en las heridas, esto es debido a los componentes que contiene, los cuales son ricos en polisacáridos, glucanos, aminoácidos, lípidos, esteroides y vitaminas, lo que le da a esta planta su peculiaridad antioxidante y antiinflamatoria. El Aloe vera tiene alto contenido de enzimas que ayudan en el proceso de cicatrización de diferentes tejidos, así como monosacáridos y polisacáridos le otorgan propiedades fungicidas, bactericidas. (25,52,54,55)

El Aloe vera es abundante en cantidad de aminoácidos conteniendo 19 de los 22 que necesita nuestro cuerpo como tirosina, L-arginina, L-carnitina, L-glutamina, Glicina, Fenilalanina. La planta además está compuesta de derivados de hidróxilo de antraceno incluidas las aloínas A, 2 y C, azúcares como la glucosa, manosa y celulosa; y alto contenido de enzimas entre ellas: la oxidasa, amilasa y catalasa, vitaminas B1, B2, B6, C, E y ácido fólico; minerales como calcio, sodio, magnesio, zinc, cobre y cromo que favorecen a la cicatrización de tejidos. El Aloe vera tiene función fungicida y bactericida, debido a la composición de mono y polisacáridos como el acemanano, existe función analgésica por parte de emolina, aloe-emodina y barbaloina, así como también tienen función bactericida, fungicida y si se ingieren propiedades laxantes. Además de estos elementos en el Aloe vera están contenidos esteroides como el Lupeol el cual presenta efecto analgésico y antiséptico. Los elementos contenidos en el Aloe vera presentan una notable capacidad de penetración hasta la capa basal de la piel debido a la humedad contenida en ella y a la retención de agua, lo cual permite el bloqueo de fibras nerviosas periféricas e interrumpiendo la conducción del dolor. (25,52,54,55)

Los contenidos de potasio, calcio y celulosa presentes en el Aloe vera provocan la formación de red de fibras que dan soporte a las plaquetas presentes en la herida, brindando una fácil y rápida cicatrización, la pronta cicatrización que se manifiesta gracias al Aloe vera evita la aparición de queloides debido a que reconstruye los tejidos, y proporciona un aporte de oxígeno lo más pronto posible al tejido dañado. El proceso de curación y de señalización celular que se le atribuye al Aloe vera están controlados por factores de crecimiento como: Factores de crecimiento de fibroblastos (FGF), Factores de crecimiento epidérmico (EGF), Factores de crecimiento transformante (TGF) y Factores de crecimiento similares a la insulina (IGF). Estos factores son proteínas de gran peso molecular producidas por las células que median con los mecanismos autocrinos y paracrinos. (52,55)

La formación de especies reactivas de oxígeno como resultado del metabolismo celular es un proceso natural pero estas moléculas generan daños celulares sometiendo a las células a un estrés oxidativo. El Aloe vera previene los cambios en la actividad de enzimas antioxidantes Superóxido Dismutasa (SOD) y Glutación Catalasa (CAT) y también manifiesta disminución en los niveles de la forma reducida del glutatión ayudando en la conversión de las especies reactivas de oxígeno a peróxido de hidrógeno y posteriormente a agua, además de prevenir los cambios en la actividad de estas enzimas, el Aloe vera contiene enzimas antioxidantes las cuales disminuyen el estrés oxidativo contenido en las heridas al aplicarlo de manera local. (52)

Como se menciona anteriormente el Aloe vera posee beneficios antiinflamatorios, disminuye la activación del factor nuclear kB, la expresión del factor de necrosis tumoral Alfa, producción de interleucinas proinflamatorias como IL-6 e IL-8 y los niveles de óxido nítrico, puesto que si estos factores se llegan a activar con regularidad induce una transcripción de genes proinflamatorios y en ciertos casos la activación de las vías de supervivencia, el factor nuclear kB codifica diversas proteínas proinflamatorias como: interleucinas 1,2,6 y 8, ciclooxigenasa 2, óxido nítrico sintasa, moléculas de adhesión como: integrinas, selectinas y cadherinas, receptores de quimiocinas. El Aloe vera por medio de la inhibición de tromboxano, la bradicinina, histamina y formación de eicosanoides también ayuda a la disminución de la inflamación y mejora la cicatrización. Experimentos in vitro evidencian que la manosa estimula a los macrófagos para producir estas interleucinas y progresar en algunas fases de la cicatrización. (52,54,55)

El factor de crecimiento similar a la insulina (IGF) junto con factores de crecimiento derivados de plaquetas (PDGF) tienen un papel bastante importante en el proceso de cicatrización de manera que aumenta el grosor tanto de la dermis y epidermis. El aumento anormal del IGF al usar Aloe vera aumenta en la misma medida la producción y expresión en los fibroblastos del gen Pro alfa-I, a partir del colágeno tipo I y III preparando el terreno para un aumento de la cicatriz. La propiedad curativa de esta planta se debe al glucomanano el

cual está enriquecido de polisacáridos como manosa afecta FGF y estimula la proliferación y actividad de las células y a su vez mejoran la producción y secreción de colágeno. El mucílago además de aumentar el colágeno en las heridas también aumenta las conexiones transversales entre estas provocando la aceleración en el cierre de la herida. (55)

La velocidad y calidad de cicatrización se verán afectadas dependiendo de los factores individuales de cada paciente como: tamaño de la herida, objetos externos, edad, estado de salud y nutricional. La acelerada cicatrización que se presenta por el uso de Aloe vera es resultado del incremento en la producción del factor de crecimiento transformador Beta-1 y el factor de crecimiento endotelial vascular con lo cual estimula la proliferación celular, síntesis de colágeno, actividad de fibroblastos y angiogénesis, pero también se ven implicados ciertos efectos a nivel celular como lo son: la disminución de los neutrófilos, macrófagos y fibroblastos. En el mucílago el B-sitosterol aumenta la angiogénesis, granulado y mejora la cicatrización y disposición del colágeno al aumentar la tasa de expresión génica de VEGF y su receptor en la herida. (52,55)

El Aloe vera por su diversidad de componentes hace que sea útil en el tratamiento de diversas patologías con los cuales se ha obtenido adecuados resultados, pero su estudio en la cicatrización de heridas ha demostrado el efecto de algunos de los componentes que son beneficiosos en el tratamiento de las heridas, favoreciendo el cierre de estas asociado a otros beneficios, entre los cuales se puede mencionar efectos calmantes, cicatrizantes, antiinflamatorios entre otros.

CAPÍTULO 3. VENTAJAS DEL USO DE ALOE VERA EN HERIDAS AGUDAS

SUMARIO

- **Evolución de la cicatrización de heridas agudas usando Aloe vera**
- **Cicatrices en heridas que hayan usado Aloe vera**

El Aloe vera posee gran cantidad de efectos al ser usada en las heridas agudas: efectos calmantes, cicatrizantes y antimicrobianos, por lo que hace a esta planta bastante útil en el proceso de la cicatrización en cada una de sus fases. Se ha observado una mejora y aceleración de la cicatrización con resultados concluyentes en donde el Aloe vera promueve y disminuye el tiempo de cicatrización; también se producen cambios en las lesiones y gran actividad leucocitaria. Su acción antimicrobiana se ve beneficiada por su componente más abundante, el acemanano, que ayuda a fortalecer el sistema inmunitario. Dentro de sus muchas funciones posee actividad antiinflamatoria de sus compuestos esteróicos como Lupeol, por su gran semejanza con los antiinflamatorios esteroidales que ayuda en su efecto analgésico y antiséptico. A pesar de que es una planta en su mayoría inocua, es importante saber la dosis correcta para poder usarla y sus interacciones medicamentosas para evitar complicaciones en lugar de beneficios. El Aloe vera tiene efecto sobre la cicatriz ya formada de manera que ayuda a disminuir el colágeno tipo 3 para una remodelación de cicatriz estética.

3.1 Evolución de la cicatrización de heridas agudas usando Aloe vera

El Aloe vera tiene efectos calmantes y cicatrizantes; se describe su uso en el tratamiento tópico de heridas, quemaduras, raspones. Se recomienda aplicar en crema, pomada, ungüento y otras formas médicas. El mucílago es el principal componente del Aloe vera que tiene efectos variados sobre la piel y mucosas cuando se aplica tópicamente, protege de irritación al formar una barrera protectora. Por sus propiedades es bastante útil al aplicar en heridas que son difíciles de cicatrizar, aliviando el dolor, acelera la curación y evita la formación de cicatrices antiestéticas. (56,57)

Se han obtenido evidencias en estudios, donde se han evaluado efectos positivos en el cierre de las heridas utilizando Aloe vera. Estudios in vitro sobre la protección de la piel tienen como fin evaluar la capacidad del Aloe vera y los compuestos activos en la cicatrización de heridas. La aplicación de Aloe vera de manera tópica obtuvo buenos resultados en la cicatrización de heridas al reducir la infiltración de células inflamatorias, aumentar la proporción de linfocitos CD4 + / CD8 + y mejorar el espesor epidérmico y la deposición de colágeno. (58)

González C. en 2,015 evidenció excelentes resultados en la prevención de complicaciones infecciosas, luego de ser aplicado Aloe vera sobre heridas ya cicatrizadas o en proceso de cicatrización. El estudio consistió en que de la granja porcina de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de Universidad de San Carlos de Guatemala, se seleccionaron a 32 lechones machos que eran próximos a castrar, los cuales presentaban las mismas características con relación a crianza y aspectos físicos, los cuales se encontraban en la edad de primera y la segunda semana de vida. Con la finalidad de determinar la reducción de la herida post-castración comparando dos compuestos favorecedores de cicatrización, dividieron a los lechones en dos grupos consistentes en: grupo A y B. Al grupo A se le colocó violeta genciana (cloruro de Metil-rosanilina) y grupo B pomada a base de Aloe vera, Corteza de encino, clavo de olor, Milenrama. Se determinó una diferencia significativa en la reducción del tamaño de la herida utilizando violeta genciana la cual presentó menor tiempo promedio de cicatrización siendo este 13.50 días y la pomada de plantas medicinales 15.44 días en promedio. (56)

Dat A. En el año 2,012 realizó una búsqueda de ensayos en el registro especializado del grupo Cochrane, encontrando que, en pacientes con heridas agudas donde se evaluó los efectos del Aloe vera sobre heridas post hemorroidectomía, se observó una reducción en el tiempo de cicatrización con el uso de Aloe vera. (24)

Prakoso Y. en el año 2018, realizó un estudio en el Laboratorio de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Gadjah Mada el cual consistía en comparar el uso de Aloe vera con madecassol, para uso una población de treinta y seis ratas macho Sprague-Dawley, los cuales se dividieron en cuatro grupos. El grupo 1 grupo control, el grupo 2 fue tratado con crema de Aloe vera al 1%, grupo 3 con crema de Aloe vera al 2% y el último grupo fue tratado con madecassol. Las pomadas fueron administradas una vez al día, los resultados que se encontraron fueron que la aplicación tópica de crema de Aloe vera al 1% y al 2% redujo evidentemente el porcentaje de herida, infiltración de leucocitos, angiogénesis y expresión de linfocitos CD8 + y aumentó el grosor epidérmico y la expresión de linfocitos CD4+. (59)

3.1.1 Cicatrización acelerada en heridas agudas usando Aloe vera.

Para el uso de Aloe vera en heridas su presentación debe ser en forma de gel. Para que esta planta posea cualidades curativas óptimas debe alcanzar su madurez, al menos entre 1 año y medio y 2 años de crecimiento. Al cortar las hojas de la planta se debe hacer siempre de las más inferiores ya que éstas son más gruesas y maduras. Estas hojas tienen mayor efecto terapéutico debido a que los componentes se encuentran con mayor concentración. Debe ser lo más cerca de la base y con un cuchillo se elimina el extremo distal

de la hoja y los bordes espinosos de ambos lados, se separa una cara de la planta y se descarta el látex que es la capa amarillenta con propiedades laxantes, esto para obtener el gel que es necesario para la curación. La manera de aplicar el gel de Aloe vera sobre afecciones de la piel es realizando primero asepsia del área. Luego, a pesar de que tiene acción antibacteriana, se debe comprobar que no haya infección para evitar igualmente complicaciones. Se debe aplicar en la herida varias veces al día, a medida que evoluciona hasta la cicatrización. Conforme se visualiza la contracción de la herida y cierre de ésta, se pueden hacer las curaciones más espaciadas. (60)

Casignia M. en el año 2015, realizó un estudio con la finalidad de determinar el efecto cicatrizante de las tinturas a base de matico y Acíbar de Sábila. Se obtuvo como resultado que al usar el jugo de Aloe vera en cultivos de células humanas se observó una mejora del crecimiento y aceleración de la cicatrización de éstas. (57) Chonlon E. en 2,021 realizó una tesis en la cual se demostró el efecto acelerado de cicatrización de las heridas utilizando gel tópico de los extractos hidroalcohólico de *Caesalpinia spinosa* y Aloe vera, así como la relación entre la concentración del Aloe vera contenida en el ungüento para la obtención de mejores resultados de cicatrización. Se obtuvieron resultados concluyentes de que el Aloe vera funciona para promover la cicatrización y disminuye el tiempo de cicatrización. Se obtuvo resultados con el gel de Aloe vera al 10%, aunque hizo falta que cerrara la herida 0.6854cm. La medición se realizó a los 15 días. Con el gel al 20%, hizo falta que cerrara 0.0129cm al decimoquinto día, evidenciando la recuperación del tejido dérmico. Con el gel al 30% se obtuvo un área faltante de cierre de herida de 0.0024cm al quinceavo día. (61)

Gonzalez C. en su trabajo de tesis en 2,015 hizo referencia al estudio experimental realizado en 1996 por Caseres acerca del uso de Aloe vera en conejos albinos expuestos a radiación- β . Se demostró una clara mejoría en la cicatrización de heridas comparada con los controles; microscópicamente se evidenciaron acelerados cambios citológicos en las lesiones tratadas con Aloe vera, con fuerte actividad leucocitaria y temprano desprendimiento del tejido necrótico. En conejos albinos con quemaduras térmicas se demostró que los tratados con el gel se curaron en dos semanas comparado con los cuatro tratados con otros productos. En las biopsias de las lesiones mostraron reducción de la necrosis dérmica y menores hallazgos de trombosis capilar. En diversos modelos de lesiones dérmicas en cobayos y conejos se demostró que previene la isquemia progresiva, el gel de Aloe vera presenta actividad estimulante de factor de crecimiento al cual puede deberse su efecto. También dentro de su trabajo de tesis hace mención a Moreno U. en 1,986: Aloe vera *barbadensis*, como posible acelerador del proceso de cicatrización: estudio experimental concurrente de 10 perros, efectuando en el Laboratorio Multidisciplinario de la Facultad de Ciencias Médicas. (56)

Cruzado K. en 2,019 realizó investigación de tipo experimental acerca del efecto cicatrizante del gel de "*Krameria Lappacea*" (Ratania) vs Gel "Aloe Vera" en episiorrafias

realizadas en *Oryctolagus Cuniculu* , donde el gel a base de Aloe vera presentó mejor efecto cicatrizante en el análisis histopatológico.(62) En 2,010 Hashemi S. realizó revisión sobre las propiedades del Aloe vera en curación de heridas cutáneas donde identificó la dosis dérmica adecuada de mucílago a ser colocada en la herida de ratas con la cual se aceleró la cicatrización, trombosis y contracción del punto de la herida. (55) Amador F. en 2020 realizó un estudio comparativo del efecto cicatrizante del gel Aloe vera, Piper aduncum y gel mixto sobre heridas inducidas en mucosa palatina de *Oryctolagus cuniculus*. Los resultados al usar Aloe vera en heridas inducidas sobre la mucosa palatina de conejos indicaron que a los 2 días se obtuvo un cierre de la herida de 3.88mm, a los 4 días un cierre de 2.52mm, a los 6 días 1.21mm, a los 8 días 0.31 mm, a los 11 días 0.01mm y a los 14 días se produjo el cierre total de la herida, dando a concluir que se obtuvo un buen efecto cicatrizante sobre la herida. (63)

3.1.2 Disminución de infecciones en heridas agudas usando Aloe vera

La manera de actuar de los antimicrobianos es mediante la destrucción o impedimento de la multiplicación y desarrollo de los diferentes microorganismos que ingresan al cuerpo. Para lograr su función los antimicrobianos deben traspasar la envoltura que cubre a las bacterias o la envoltura externa como en el caso de bacterias gramnegativas, ya que estas poseen una bicapa lipídica una externa que rodea y protege a la capa interna o de peptidoglucanos. El efecto antimicrobiano puede inhibir o matar e incluso bloquear los mecanismos de resistencia de las bacterias. El acemanano es el componente más abundante del Aloe vera y es producido en nuestro organismo hasta el momento de la pubertad, luego debemos buscarla y consumirla en los alimentos para que pueda ser absorbida. Este componente ayuda a que el sistema inmunológico incremente, lo que nos beneficia al momento de que los parásitos, virus o bacterias entren al cuerpo y de esta manera evitar enfermedades. (64)

González C. en su tesis publicada en 2,015 demostró que el Aloe vera aplicada sobre heridas que se encontraban en fases de la cicatrización o cicatrizadas, se obtenían buenos resultados al evitar complicaciones infecciosas, proyectando resultados similares a los efectos de la penicilina. Este resultado es de importancia debido a que en la mayoría de estas heridas está presente el *Streptococcus beta hemolítico*, *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*. El gel de Aloe también ha evidenciado que inhibe en cierta manera la *Candida albicans*. (56)

En 2,017 en la Universidad Católica Los Ángeles en Perú, se realizó un estudio en el cual se utilizaron las Cepas del American Culture Collection de *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans* y *Streptococcus mutans*, con muestra de 11 pozos para cada bacteria en donde se colocó Aloe vera y 3 repeticiones para cada uno de los controles negativos y positivos con un total de 60 repeticiones (15 placas). Para el control positivo se utilizó

Clorhexidina al 0,12% y para el negativo alcohol al 70%. Los resultado evidencian la efectividad antimicrobiana del extracto etanólico de Aloe vera sobre Streptococcus mutans. (64)

Gonzales C. también utilizó el acíbar del Aloe vera aplicándolo en cultivos que contenían Staphylococcus aureus, Streptococcus viridans, Streptococcus sp, Corynebacterium xerosis, Salmonella typhi y S. paratyphi, en el cual se obtuvo inhibición del crecimiento bacteriano. La aloe-emodina y aloína que se extrajeron del acíbar también presentaron actividad inhibitoria en cultivos que contenían Mycobacterium tuberculosis. (56)

Se ha evidenciado que el extracto seco de Aloe vera (al 60%) tiene efectos bactericidas contra Citrobacter sp, Serratia marcescens, Enterobacter cloacae, Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Streptococcus pyogenes, Streptococcus agalactiae y Candida albicans. Sin embargo, presentó resistencia contra: E. coli, Streptococcus faecalis y Bacillus subtilis, los cuales son sensibles si son expuestos a concentraciones mayores (80-90%). Para B. subtilis bloquea la síntesis de ácido nucleico e inhibió in vitro la enzima colagenasa de Clostridium histolyticum. (56)

El Aloe vera, por presentar una rapidez en la formación de tejido, disminuye el periodo de exposición al medio ambiente evitando así la probabilidad de infecciones oportunistas que se pudieran desarrollar en el sitio de la herida. Asociado a este efecto, se suma la capacidad del Aloe vera para actuar como bactericida y bacteriostático por medio de la aloe-emodina y aloína ante bacterias presentes en las heridas como lo son el Streptococcus beta hemolítico, Staphylococcus aureus y Staphylococcus epidermidis.

3.1.3 Disminución de dolor en heridas agudas usando Aloe vera

La actividad antiinflamatoria del gel de Aloe vera se debe a los compuestos esteróicos de esta planta y moléculas de bajo peso molecular, por su semejanza con los antiinflamatorios esteroidales. En ensayos in vitro donde se utilizaron conejillos de indias se evidenció efectos antiinflamatorios en edemas que fueron producidos por el aceite de crotón. Además se demostró efecto analgésico y antipirético en otro estudio al utilizar el extracto etanólico del Aloe vera oralmente en dosis de 500 mg/kg en ratas. (56)

Además de estos elementos en el Aloe vera están contenidos esteroides como el Lupeol el cual presenta efecto analgésico y antiséptico. Los elementos contenidos en el Aloe vera presentan una notable capacidad de penetración hasta la capa basal de la piel debido a la humedad contenida en ella y a la retención de agua, lo cual permite el bloqueo de fibras nerviosas periféricas e interrumpiendo la conducción del dolor. (54,56,65,66)

El gel y crema Aloe se usó en heridas postoperatorias como episiotomía, cesárea, biopsia de piel, hemorroidectomía, injerto, cirugía laparotomía ginecológica y en estos se redujo el dolor y el tiempo de recuperación. (54)

Alarcon E. en 2015 realizó investigación de tipo explicativa-exploratoria acerca del uso de Aloe vera en extracción post quirúrgica de cordales inferiores. A los pacientes que se les aplicó Aloe vera, no sintieron dolor ni presentaron edema durante los 7 días del postquirúrgico; algunos presentaron dolor y edema que duró 3 días, mientras que a los pacientes que no se les aplicó Aloe vera presentaron dolor durante 7 días. El 100% de pacientes a quienes se les aplicó Aloe vera después de la extracción no sintieron dolor ni presentaron edema a partir del 4to día post quirúrgico. La intensidad del dolor en la escala analógica del dolor se mantuvo en 3 y 4, en los pacientes que no se les aplicó Aloe vera tuvieron puntuación de dolor entre 8 y 3. El edema fue moderado y severo para quienes no se les aplicó Aloe vera y para los pacientes que se les aplicó fue solo leve. En este estudio no se presentó diferencia de cicatrización, pero al 7mo día se observó una mucosa epitelizada y de aspecto normal con mayor cierre de la herida del alveolo en los pacientes a quienes se les aplicó Aloe vera. En las mucosas de quienes no se les aplicó aún persistía tejido inflamado en grado variable y el cierre del alveolo fue más tardado. (65)

Shokoh V. en 2017 describió que el gel de Aloe vera puede reducir más el dolor y más rápido que la nitrofurazona puesto que el Aloe vera contiene carboxipeptidasa que inactiva las bradicininas, las cuales son factores altamente influyentes en el dolor inflamatorio agudo. El lactato de magnesio presente en el gel de Aloe vera se usa como analgesico y contra la picazon debido a que inhibe la histidina-descarboxilasa que controla la conversión de histidina en histamina en los mastocitos. (66)

Vásquez P, en el año 2,016 realizó un estudio experimental y comparativo en el cual se determinaron los efectos clínicos del Aloe vera como enjuague bucal en pacientes sometidos a alargamiento de corona. El estudio, Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador, tuvo una muestra de 60 pacientes, divididos en dos grupos de 30 pacientes cada uno. En un grupo se utilizó Aloe vera y en el otro grupo, el placebo. En ambos grupos se valoró el tiempo de cicatrización. Se evidenció que el grupo que utilizó el Aloe vera como enjuague bucal cicatrizó al 100% y no se utilizaron otros medicamentos asociados al Aloe vera, debido a que los pacientes vieron resultados positivos y decidieron no tomar ninguno, además de estos resultados se encontró cicatrización de la herida y disminución o alivio del dolor. (67)

3.1.4 Complicaciones del uso de Aloe vera en heridas agudas

El uso de Aloe vera está contraindicado durante el embarazo, menstruación, hemorroides, prostatitis y cistitis; en dosis elevadas (DL50 8 mg/kg) es tóxico, actúa como purgante drástico que produce cólicos, diarrea, hipotermia y debilidad general; la aloína puede ser irritante a la piel en altas concentraciones. (56)

Se han tenido registros de diversos efectos adversos, pero estos son reversibles y leves. En animales se sospecha que el uso de Aloe vera por vía oral puede incrementar el riesgo de cáncer de colon y que el uso tópico de éste puede predisponer al cáncer de piel por los rayos ultravioleta del sol. (68)

Debido a sus diferentes propiedades y componentes especialmente las antraquinonas, aloína y barbaloína es que el Aloe vera puede originar ardor y prurito, incluso los pacientes a los que se les trata con Sábila pueden presentar alergias. (69)

Al utilizar Aloe vera se puede generar cierta interacción medicamentosa, esto se debe tener presente debido a que a pesar de ser una planta sigue siendo un medicamento de origen natural. Las interacciones medicamentosas se pueden encontrar cuando se consume Aloe vera por vía oral y se combina con fármacos como lo son: Anticoagulantes y medicamentos antiagregantes plaquetarios debido a que el Aloe vera puede retrasar la coagulación sanguínea. El sevoflurano retrasa la coagulación sanguínea y si se ha consumido Aloe vera previo a una cirugía, puede generar un sangrado excesivo durante esta. El Aloe vera por la vía oral puede disminuir los niveles de potasio aumentando los efectos secundarios de la digoxina; también puede aumentar el riesgo de hipoglucemias cuando se combina con antidiabéticos. El Aloe vera posee efectos laxantes y al asociarlo a otros medicamentos laxantes puede sobre estimular los intestinos, causando deshidratación. Además, puede potenciar el efecto de la Warfarina dando como resultado un aumento en el riesgo de sangrado. Cuando se utilizan diuréticos puede causar deshidratación debido a la propiedad laxante que posee, así como la disminución de los niveles de potasio. (70)

3.2 Cicatrices en heridas que hayan usado Aloe vera

Cuando el estrato córneo es dañado, la pérdida del agua transepidermal causa deshidratación en los queratinocitos. Este proceso genera una alerta a los fibroblastos de la dermis por lo que se aumenta la producción de colágeno. Por este motivo los productos del silicón pueden prevenir la aparición de cicatrices hipertróficas debido a que estas promueven la hidratación. Watchon P. presentó resultados de estudio realizado en 2020 donde se encontró que el 30% de los pacientes que utilizaron gel de silicón con extracto de cebolla y Aloe vera y 20% del grupo que usó hojas de gel de silicón tuvieron cicatrices hipertróficas, pero no se encontró una diferencia estadística, en ningún grupo se presentó cicatriz

hipertrófica. En los días de seguimiento de 4ta, 8va y 12a semana se reveló que el eritema, valores de melanina y flexibilidad del tejido mejoraron, pero no hubo diferencia estadísticamente en ambos grupos sin embargo con el grupo del gel de silicón con cebolla y aloe vera se obtuvo una mejor flexibilidad y la pigmentación de la cicatriz disminuyó significativamente a las 4 semanas pero estos efectos se observaron con el otro grupo a la duodécima semana, no se observó ningún efecto adverso. (1)

El Aloe vera incrementa el contenido de colágeno de la cicatriz, cambiando la composición de éste e incrementando los enlaces cruzados. El Aloe vera ayuda a disminuir la cantidad de colágeno tipo 3 e incrementa la concentración del colágeno tipo 1 en la fase de remodelación de cicatrización de la herida. Las fibras de colágeno contenidas en la cicatriz se ordenan, se alinean y se llenan los espacios libres. Eso hace que la cicatriz disminuya su tamaño. Como se ha mencionado antes, el Aloe vera también contiene lactato de magnesio el cual reduce los niveles de histamina disminuyendo la irritación y picazón. (71)

Teplicki en 2,018 realizó un estudio experimental in vitro donde se evidenció que el Aloe vera estimuló la proliferación de fibroblastos, aceleró la migración de fibroblastos, proliferación de queratinocitos, aumentó la viabilidad de queratinocitos esto sugiere que puede contrarrestar la muerte celular inducida por conservantes mostrando efecto protector, y migración de queratinocitos. El efecto protector es importante ya que puede proteger contra productos químicos o contaminación ambiental. (8)

Cañizares A. en 2,015, que realizó una investigación con objeto de evidenciar la eficacia del gel casero de Aloe vera más propóleo al 5% al ser aplicado en la cicatrización por segunda intención de corte realizado en espacio retromolar en cobayos adultos machos. Esta investigación se tuvo como muestra 30 cobayos, machos, adultos de 18 semanas de vida, a 15 cobayos se les aplicó gel de Aloe vera más propóleo al 5% y a los otros 15 cobayos no se les aplicó ningún medicamento. Al momento de observar los resultados y comparaciones, se evidenció que de 1-2 días la coloración de la herida tenía color rojo intenso y no variaba entre ambos grupos. De 2-3 días en el grupo que recibió gel tres veces al día se presentaba una coloración roja ya no tan intensa en comparación al grupo control. Al 3-4 día en el grupo que se aplicó el gel presentó coloración rosácea y el otro grupo coloración roja violácea. A los 5 días los que utilizaron el gel presentaron coloración rosada parda y el otro grupo permaneció con coloración roja parda. Al observar los cambios del corte histológico bajo el microscopio se evidenció que el grupo que fue tratado con el gel presenta mejores resultados en comparación con el grupo que no utilizó gel. (72)

Las ventajas de utilizar Aloe vera en heridas agudas son la obtención de cicatrización acelerada de la herida, disminución de las infecciones, menos dolor en la herida, menos edema y menos inflamación, los cuales son efectos que benefician a la obtención de una

cicatriz pequeña, además de que el Aloe vera aporta beneficios en la obtención de la cicatriz provocando que la disposición de las fibras de colágeno se ordene, ocupando un menor espacio. Todas las características antes mencionadas del Aloe vera hacen a este un medicamento que se puede utilizar de forma segura en el tratamiento de heridas agudas, al utilizarse de forma tópica puesto que no se han obtenido complicaciones en heridas superficiales.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS

La cicatrización es un proceso fisiológico necesario para el mantenimiento de la homeostasis, pero este proceso múltiples veces genera complicaciones por factores externos o propios de cada paciente que pueden llegar a influir gravemente en la salud de los seres humanos. Con el pasar del tiempo y el avance de la ciencia se han desarrollado medicamentos que ayudan a que este proceso pueda finalizar en una cicatriz con la menor incomodidad y el mínimo inconveniente posible.

El proceso de cicatrización fisiológico está comprendido por 5 fases que consisten en: hemostasia e inflamación, proliferación, síntesis de matriz, maduración y remodelación, epitelización. Si prosiguen el proceso fisiológico natural generan una cicatriz leve y con las mínimas complicaciones; pero, si alguna de estas fases de la cicatrización se desvía de su curso, puede concluir en una cicatriz anómala con aspecto anormal y antiestético. El Aloe vera como planta medicinal se ha usado durante años en muchas civilizaciones alrededor del mundo, mediante la evidencia histórica se constató que se sabía poco sobre esta planta a pesar de su uso popular, pero en esta década ha recobrado importancia y se ha impulsado investigar más a fondo las propiedades de esta planta como un medicamento que influye de manera directa y que ayuda en el proceso de la cicatrización. Se han logrado identificar variedad de moléculas que la componen como: los aminoácidos esenciales y no esenciales, vitaminas, enzimas y antioxidantes, que son necesarios en las heridas para evitar anomalías en la cicatrización. En estudios hechos por la American Pediatric Medical Association, Journal of Dermatologic Surgery and Oncology se ha evidenciado disminución del tiempo de recuperación tras cirugía dermatológica y que tanto al beber el Aloe como tópico aceleran las curaciones de heridas.

Al momento en que se genera una herida ocurre una vasoconstricción intensa de las arteriolas que se encuentran en la periferia de la lesión y posteriormente sobreviene la vasodilatación y mayor permeabilidad vascular, en esta etapa los eritrocitos y plaquetas se adhieren al endotelio con la finalidad de detener la hemorragia. Las plaquetas desencadenan la cascada de coagulación por medio de el uso del factor VII, se expresan receptores de integrinas que modulan la unión directa al colágeno subendotelial dando como resultado un coágulo de fibrina funcionando como estructura de soporte para las células inflamatorias, al utilizar Aloe vera en este momento ya que contiene potasio, calcio y celulosa, las cuales forman un red de fibras de soporte para las plaquetas facilitando la cicatrización, ya formadas las fibras atrapan glóbulos rojos y linfocitos.

El Aloe vera favorece el proceso de cicatrización y señalización celular por medio del fomento de aparición de: Factor de crecimiento de fibroblastos (FGF), Factores de crecimiento

epidérmico (EGF), Factor de crecimiento transformante (TGF) y Factores de crecimiento similares a la insulina (IGF), los cuales aparecen en el proceso de cicatrización paulatinamente precedidos de otras interacciones con enzimas. Todo esto con el fin de llegar a la fase de remodelación de la cicatriz. El proceso de la colagenólisis es provocado por la actividad de la enzima colagenasa la cual se encarga de la formación y del rompimiento de estas moléculas, este proceso es modulado por factores de crecimiento beta (TGF-beta), El Aloe vera contiene glucomanano el cual es rico en manosa y este afecta el FGF estimulando la proliferación, actividad de las células y secreción del colágeno.

El Aloe vera es rico en diversas sustancias útiles en la cicatrización tales como: glucomanano, acemanano, lupeol, mucilago, Beta-sitosterol, entre otros; los cuales sirven de sustancias ayudantes, estimuladoras y coadyuvantes a la cicatrización, al incrementar las sustancias favorecedoras de la cicatrización fisiológica, así como disminuir y controlar las sustancias que retardan la cicatrización. En múltiples estudios en animales y humanos se ha demostrado evidencia de que el Aloe vera acelera la cicatrización, pero la mayoría de estos son en heridas donde sólo se generan lesiones en la epidermis y dermis o más superficiales. En heridas donde se encuentra una pérdida de sustancia abundante o que sobrepasan las capas superficiales de la piel, o en heridas profundas se ha relatado cierto tipo de ineficacia como acelerador de la cicatrización e incluso se observa en ocasiones complicaciones más grandes como la infección. Aun así, se manifiestan beneficios para evitar complicaciones de las heridas. La mayoría de estudios detallan que el Aloe vera es eficaz como un acelerador de la cicatrización siempre y cuando sean heridas superficiales, en heridas más profundas presenta efecto cicatrizante pero no es acelerado. A su vez la rapidez de la cicatrización que propicia el Aloe vera disminuye el tiempo de exposición de una herida por lo que es poco probable que se de una infección.

El Aloe vera además de proporcionar elementos coadyuvantes a la cicatrización presenta efectos antiinflamatorios porque actúan como moduladores para la inflamación presente en las heridas. Además, tiene efecto analgésico el cual se cree que es en parte debido al Lupeol, adicionalmente se sabe que disminuye el tiempo de exposición de la herida acortando todo el proceso de cicatrización, y evitando de esta manera la infección de la herida, por lo que destaca también su efecto antiinfeccioso que logra matar o bloquear la creación y penetración de los microorganismos al área lesionada. Esta planta suele ser inocua para el ser humano y no posee contraindicaciones No se tienen efectos adversos en su uso tópico, pero se debe tomar precauciones como todo el tratamiento que se ingiera ya que si se pasa de la dosis máxima y cantidad de veces de ingesta puede causar efectos adversos y reacciones medicamentosas, al ingerirla, el Aloe vera presenta interacciones medicamentosas más no al ser aplicadas de manera tópica. El Aloe vera también presenta beneficio al ayudar a la formación de una cicatriz mínimamente visible y en algunos casos desagradable, debido

a que se genera un incremento en el colágeno tipo 1 disminuyendo el colágeno tipo 3, favorece una distribución de fibras de colágeno ordenadas y alineadas disminuyendo el espacio entre estas para así dar como resultado una cicatriz pequeña.

La eficacia del Aloe vera como planta medicinal o como complemento de otro tratamiento específico y que trata afecciones de la piel se debe a todas estas características que hacen al Aloe vera una sustancia óptima, útil, accesible y generalmente segura para ser aplicada en las heridas agudas para la cicatrización. Se han revisado diversas literaturas acerca del Aloe vera, la cual se puede describir como la mayor planta usada de la fitoterapia que es de utilidad para diversas patologías, en las literaturas disponibles se encuentra una amplia información que señala buenos resultados de su uso en heridas agudas superficiales, las cuales sobrepasan a algunas literaturas que señalan no obtener resultados satisfactorios, probablemente el resultado de estas se deba a diversos sesgos o debilidades. Existen algunas incógnitas aún por resolver acerca de el uso Aloe vera en heridas profundas y los beneficios que esta pudiera aportar.

CONCLUSIONES

Mediante la revisión de la literatura disponible se encuentra que existe amplia diversidad de información acerca del uso de Aloe vera, la cual está compuesta en su mayoría por estudios realizados en animales, y en menor medida, en humanos. Sin embargo, se han descrito resultados favorables en ambos casos promoviendo la cicatrización de heridas agudas. Algunos estudios argumentan resultados poco prometedores al implementar el Aloe vera en el tratamiento de heridas, pero estos resultados pueden deberse a debilidades resultantes del estudio o bien a sesgos, debido a la alta complejidad que implica la evaluación de los resultados. Con base en la información contenida en los capítulos desarrollados se encuentra que el Aloe vera es una planta que no requiere de muchos cuidados para su crecimiento y cultivo, es de fácil acceso a la población y ampliamente aceptada puesto que se tiene respaldo histórico de que diversas culturas lo han utilizado desde la antigüedad para múltiples objetivos como lo es la cicatrización de heridas. Al aplicar Aloe vera en heridas agudas se ha comprobado en diversos estudios buenos resultados, tanto en animales como en humanos, demostrando una rápida cicatrización o bien una cicatrización acelerada, disminución del dolor en la herida, disminución del edema y menos infecciones, así mismo promueve la cicatrización por medio del aporte de nutrientes, enzimas, cofactores y estimulando la aparición temprana de factores de crecimiento.

La cicatrización de las heridas es un conjunto de sucesos que se dan simultáneamente con el fin de conformar un proceso para llegar a la formación de la cicatriz. Diversos autores describen las siguientes fases de la cicatrización: Hemostasia e inflamación, proliferación, síntesis de matriz, maduración y remodelación y, por último, epitelización. Estas fases, cuando finalizan, dan como resultado una cicatriz, pero si se encuentran con alguna dificultad, como infección, enfermedades que produzcan una alteración en la cicatrización, o que estas no sigan un proceso ordenado por alguna otra índole, se genera una cicatriz grande y muchas veces antiestética.

Al aplicar Aloe vera en las heridas se nota la riqueza de nutrientes como: glucomanano, acemanano, lupeol, mucilago, Beta-sitosterol, entre otros; los cuales influyen en las fases de la cicatrización iniciando desde la hemostasia e inflamación dando soporte de nutrientes como potasio, calcio y celulosa que ayudan a la formación de red de fibrina para el soporte de las plaquetas, eritrocitos y células inflamatorias dando la formación del coágulo de fibrina. En todas las heridas se genera una inflamación por el daño tisular que ha sucedido, el Aloe vera ejerce su efecto antiinflamatorio por medio de la inhibición de mediadores de la inflamación y expresión de factores de inflamación, pero toda cicatrización sin inflamación no es posible realizarse debido a que se privarian de células importantes para que siga el proceso de cicatrización por lo que la manosa, un componente abundante presente en el Aloe vera,

estimula a los macrófagos para que se produzca la cantidad necesaria para proseguir con el proceso de cicatrización. El Aloe vera también ayuda en el control de diversos factores de crecimiento facilitando la pronta aparición y, con la llegada de ellos, se da una remodelación de la cicatriz. El Glucomanano presente en el Aloe vera es rico en manosa, la cual afecta el FGF estimulando la proliferación y secreción de colágeno. Al utilizar Aloe vera se describe un efecto analgésico el cual se cree que es debido al Lupeol.

Se determinaron los diferentes procesos por el cual el Aloe vera ejerce efectos beneficiosos en la cicatrización de heridas agudas, como el efecto antimicrobiano en el que el crecimiento y multiplicación bacteriana debido al acíbar y acemanano el cual tiene efecto contra *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus viridans*, *Streptococcus sp*, *Corynebacterium xerosis*, *Salmonella typhi* y *S. paratyphi*, para las cuales tiene efecto parecido a la penicilina. Además cuenta con actividad bactericida contra *Citrobacter sp*, *Serratia marcescens*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus agalactiae* y *Candida albicans*. El Aloe vera al utilizarse en la cicatrización de heridas agudas también da como resultado una cicatriz leve debido a que favorece la distribución de fibras de colágeno alineadas y ordenadas. Cuando el Aloe vera es aplicado de forma tópica no se han evidenciado complicaciones o efectos adversos en heridas superficiales, sino que se obtienen los resultados arriba descritos.

RECOMENDACIONES

A pesar de que en los pocos estudios realizados en humanos han proyectado resultados satisfactorios, se exhorta a la academia a profundizar en el estudio del uso del Aloe vera en las heridas agudas, debido a que se tiene poca evidencia de la práctica en humanos. En la literatura revisada, no se documentaron complicaciones en heridas agudas superficiales, por lo que se recomienda al personal profesional de la salud su utilización como método alternativo para el tratamiento de estas heridas, especialmente si se están tratando pacientes de escasos recursos o en áreas donde los medicamentos son de difícil acceso.

Este documento se puede utilizar de base para realizar estudios experimentales con poblaciones grandes para definir el Aloe vera como tratamiento médico-quirúrgico en heridas de gravedad o heridas post quirúrgicas, para estudiar su eficacia para la cicatrización, así como estudios para la descripción del uso de Aloe vera en cicatrices antiestéticas. El uso de Aloe vera en heridas agudas pero profundas ha sido limitado, por lo que puede ser un punto para desarrollo de investigación acerca de su efectividad. Los estudios revisados acerca de este tema proporcionaron resultados acerca de un retraso en la cicatrización de las heridas al utilizar Aloe vera, por lo que se recomienda realizar estudios de casos y controles rigurosos para determinar la utilidad del Aloe vera en el contexto nacional. Investigar y profundizar en la razón fisiopatológica del por que se produce este resultado contrario a lo que se describe en esta monografía acerca de las heridas agudas superficiales con el uso de Aloe vera.

Se le recomienda al Ministerio de Salud la implementación de Aloe vera dentro de los huertos medicinales o bien la implementación de huertos medicinales en los distintos puestos de salud, debido a que el Aloe vera es una planta fácil de cultivar y se adapta a la mayoría de climas existentes en Guatemala.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alonzo M J. ¿Qué es la fitoterapia? [Blog en línea]. Barcelona: María J. Alonzo. 2019 [citado 24 Sept 2021]. Disponible en:<https://www.farmaciconline.com/es/fitoterapia-plantas-medicinales/>
2. Espinoza Araujo E C. Sanginez Mamani M. Eficacia del preparado químico a base de Aloe vera en pacientes con flebitis química del Hospital Edgardo Rebagliati Martins. [trabajo de investigación segunda Especialización en enfermería intensivista]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Humana; 2003 [citado 24 Sept 2021]. Disponible en: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/salud/espinoza_ae/enpdf/t_completo.pdf
3. Bonilla Bonilla MJ, Jiménez Herrera LG. Potencial industrial de Aloe vera. Rev Cuba Farm [en línea]. 2016 Mar [citado 23 Sept 2021]; 50 (1): 139–50. Disponible en:http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152016000100013
4. Rivera García AJ. Caracterización de los usos, consumo y valor nutritivo de Aloe vera en los departamentos de Guatemala, Izabal, el Quiché, Santa Rosa y Sololá. [tesis Licenciatura en Nutrición en línea]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias de la Salud; 2015 [citado 24 Sept 2021]. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/09/15/Rivera-Andres.pdf>
5. Sandoval Vangelis RV. Conocimientos en estudiantes externos sobre curaciones en cirugía [tesis Licenciatura en Medicina en línea]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias de la Salud; 2015 Ago [citado 24 Sept 2021]. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/09/03/Sandoval-Rutger.pdf>
6. Montufar Velarde EE, Gobern L, Paredes A. SEMEPI No. 34: Semana epidemiológica 16 de Agosto al 22 de Agosto 2020. Boletín de la semana epidemiológica. Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social;2020. Boletín No.34.
7. Biblioteca virtual de pueblos indígenas [en línea]. La Paz: Biblioteca Virtual en Salud; 2011 [actualizado 2011; citado 24 Sept 2021]; Medicina tradicional; [aprox. 6 pant.]. Disponible en: <http://pueblosindigenas.bvsp.org.bo/php/level.php?lang=es&component=50&item=3>
8. Teplicki E, Ma Q, Castillo DE, Zarei M, Hustad AP, Chen J, et al. The effects of Aloe vera on wound healing in cell proliferation, migration, and viability. wounds [en línea]. 2018 Sept [citado 23 Sept 2021]; 30 (9): 263–8. Disponible en: <https://www.hmpgloballearningnetwork.com/site/wounds/article/effects-aloe-vera-wound-healing-cell-proliferation-migration-and-viability>
9. Arbab S, Ullah H, Weiwei W, Wei X, Ahmad SU, Wu L, et al. Comparative study of antimicrobial action of aloe vera and antibiotics against different bacterial isolates from skin infection. Vet Med Sci [en línea]. 2021 Sept [citado 23 Sept 2021]; 7 (5): 2061-7. doi: <https://doi.org/10.1002/vms3.488>
10. Oryan A, Mohammadalipour A, Moshiri A, Tabandeh MR. Topical application of aloe vera accelerated wound healing, modeling, and remodeling: an experimental study. Ann Plast Surg [en línea]. 2016 Ene [citado 24 Sept 2021]; 77 (1): 37–46. doi: <https://doi.org/10.1097/SAP.000000000000239>

11. Burusapat C, Supawan M, Pruksapong C, Pitiseree A, Suwantemee C. Topical aloe vera gel for accelerated wound healing of split-thickness skin graft donor sites: a double-blind, randomized, controlled trial and systematic review. *Plast Reconstr Surg* [en línea]. 2018 Jul [citado 24 Sept 2021]; 142 (1): 217-26. doi: <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000004515>
12. Taqwim Hidayat A, Thohar Arifin M, Nur M, Muniroh M, Susilarningsih N. Ozonated aloe vera oil effective increased the number of fibroblasts and collagen thickening in the healing response of full-thickness skin defects. *Int J Inflam* [en línea]. 2021 Feb [citado 24 Sept 2021]; 2021:1–8. doi: <https://doi.org/10.1155/2021/6654343>
13. Alegría S. Evaluación de la actividad cicatrizante, en ratas albinas, de la combinación de los preparados galénicos de Bixa orellana L. (Achiote), *Ocimum campecheanum* Mill. (Albahaca de monte) y Aloe vera L. (Sábila).[tesis Química Farmacéutica en línea] Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia; 2017 [citado 24 Sept 2021]. Disponible en:http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_4043.pdf
14. Najafian Y, Khorasani ZM, Najafi MN, Hamed SS, Mahjour M, Feyzabadi Z. Efficacy of aloe vera/plantago major gel in diabetic foot ulcer: a randomized double-blind clinical trial. *Curr Drug Discov Technol* [en línea]. 2018 Ene [citado 25 Sept 2021]; 16 (2): 223–31. doi: <https://doi.org/10.2174/1570163815666180115093007>
15. Alcaraz López VV, Delfín Santos M, Reyes Melchor J, García Jimenez J. Potencial del aloe vera como agente cicatrizante para tratar lesiones cutáneas provocadas por acné. *Rev RD* [en línea]. 2020 Feb [citado 24 Sept 2021]; 6(1): 235-50. Disponible en: <http://www.apps.buap.mx/ojs3/index.php/rdicuap/article/view/1749>
16. Belen Ruíz Y, Hernández León N, Pereira Despaigne O, Palay Despaigne MS, Neyra Barrios RM. Efectividad de la crema de Aloe vera en pacientes con psoriasis vulgar de la Parroquia San Fernando. *MEDISAN* [en línea]. 2014 [citado 24 Sept 2021]; 18 (10): 1357–65. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192014001000004&lng=es
17. Zafra Ramírez J. Aplicabilidad del Aloe vera en heridas, quemaduras y úlceras: revisión bibliográfica. España [s.n.] 2016 [citado 24 Sept 2021] Disponible en: http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/2905/1/TFG._JAVIER_ZAFRA_RAMIREZ.pdf
18. Flores Anderson E. Eficacia del gel de Aloe vera “sabila” en la cicatrización de heridas superficiales inducidas en *Cavia porcellus* [tesis Médico y Cirujano en línea]. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ciencias Médicas; 2018 [citado 24 Sept 2021]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25901/flores_ae.pdf?sequence=1&isAllowed=y
19. Hosseinimehr SJ, Khorasani G, Azadbakht M, Zamani P, Ghasemi M, Ahmadi A. Effect of aloe cream versus silver sulfadiazine for healing burn wounds in rats. *Acta Dermatovenerol Croat* [en línea]. 2010 [citado 24 Sept 2021]; 18(1): 2–7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20361881/>
20. Kim J, Lee Is, Park S, Choue R. Effects of *Scutellariae radix* and Aloe vera gel extracts on immunoglobulin E and cytokine levels in atopic dermatitis NC/Nga mice. *J Ethnopharmacol* [en línea]. 2010 Nov [citado 24 Sept 2021]; 132 (2): 529–32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.08.049>

21. Calderón Oliver M, Quiñonez PMA, Pedraza Chaverri J. Efectos benéficos del Aloe en la salud. *Rev Esp Cienc Salud* [en línea]. 2011 Nov [citado 24 Sept 2021]; 14 (2): 53–73. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/vertientes/vre-2011/vre112a.pdf>
22. Ramírez G. Sábila (Aloe vera). En: Ramírez G, editores. *Fitoterapia, Revisiones monográficas*. [en línea]. *Natura* 2003; 21 (1): 26-31 Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4956300.pdf>
23. Eshghi F, Hosseinimehr SJ, Rahmani N, Khademloo M, Norozi MS, Hojati O. Effects of Aloe vera cream on posthemorrhoidectomy pain and wound healing: results of a randomized, blind, placebo-control study. *J Altern Complement Med* [en línea]. 2010 Jun [citado 25 Sept 2021]; 16 (6): 647–50. doi: <https://doi.org/10.1089/acm.2009.0428>
24. Dat AD, Poon F, Pham KB, Doust J. Aloe vera for treating acute and chronic wounds. *Sao Paulo Med J* [en línea]. 2014 Dic [citado 25 Sept 2021]; 132 (6): 382. doi: <https://doi.org/10.1590/1516-3180.20141326T1>
25. Villavicencio Guardia M, Gonzales Soto C, Villavicencio Guardia J, Ventura Gonzales R. Efectividad de la Sábila (Aloe vera) en el tratamiento de las heridas en los estudiantes de la institución educativa de Pitumama - Cayhuayna – 2012. *Investigación Valdizana* [en línea]. 2012 [citado 25 Sept 2021]; 6 (2): 38–43. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586061883010>
26. Wong R, Geyer S, Weninger W, Guimberteau JC, Wong JK. The dynamic anatomy and patterning of skin. *Exp Dermatol* [en línea]. 2016 Feb [citado 25 Sept 2021]; 25 (2): 92–8. doi: <https://doi.org/10.1111/exd.12832>
27. Síntesis. Biblioteca Digital Dinámica para Estudiantes y Profesionales de la Salud. [en línea]. Chile: Facultad de Medicina Universidad de Chile; 2018. *Dermatología - Estructura y Función de la Piel* [aprox. 2 pant.] [citado 23 Sept 2021]. Disponible en: <https://sintesis.med.uchile.cl/index.php/en/respecialidades/r-dermatologia/103-revision/r-dermatologia/2459-estructura-y-funcion-de-la-piel>
28. Harvard Medical School [en línea]. 2019 [actualizado Feb 2019; citado 25 Sep 2021]. *Estructura y funcionamiento de la piel*; [aprox. 4 pant]. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/hogar/trastornos-de-la-piel/biología-de-la-piel/estructura-y-funcionamiento-de-la-piel>
29. Medicoplus [en línea]. [s.l.]: Beltran P; 2021 [citado 25 Sept 2021]. *Las 3 capas de la piel: funciones, anatomía y características* [aprox. 11 pant]. Disponible en: <https://medicoplus.com/dermatologia/capas-piel>
30. Buendía Eisman A, Mazuecos Blanca J, Camacho Martínez FM. Anatomía y fisiología de la piel. En: Buendía Eisman A, Mazuecos Blanca J, Camacho Martínez FM, editores. *Manual de dermatología*. [en línea]. 2 ed. Managua: Grupo Aula Médica; 2018. Vol. 1 p. 2–26 [citado 23 Sept 2021]. Disponible en: <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-autonoma-de-nicaragua-managua/dermatologia/anatomia-y-fisiologia-de-la-piel/7947533>
31. Castellanos Ramirez DK, Gonzales Villordo D, Gracia Bravo LJ. Manejo de heridas. *Cir Gen* [en línea]. 2014 Abr [citado 25 Sept 2021]; 36 (2): 112–20. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-cirujano-general-218-articulo-manejo-heridas-X1405009914551873>

32. Decinti Weiss E. Heridas. En: Decinti Weiss E, editor. Bases de la medicina Clínica [en línea]. Chile: Medichi. Tema 16.1: 2010 [citado 23 Sept 2021]; p.:1–14. Disponible en: https://www.basesmedicina.cl/cirugia/16_1_heridas/16_1_heridas.pdf
33. Schwartz Brunicardi F. Cicatrización de heridas. En: Barbul A, Efron D, Kavalukas S editores. Schwartz principios de cirugía. 10 ed. México D.F.: Mcgraw Hill; 2015: p. 241-252
34. Zarate G, Piña S, Zarate AJ. Clasificación de las heridas. En: Zarate G, Piña S, Zarate AJ, editor. Manual de heridas y suturas [en línea] Chile: Universidad Finis Terrae; 2020 [citado 25 Sept 2021]; p. 1-9. Disponible en: <https://www.medfinis.cl/img/manuales/Clasificacion%20heridasv2020.pdf>
35. García González RF, Gago Fornell M, Chumilla López S, Gaztelu Valdés V. Abordaje de enfermería en heridas de urgencias. Gerokomos [en línea]. 2013 Sept [citado 26 Sept 2021]; 24 (3): 133–8. doi: <https://dx.doi.org/10.4321/S1134-928X2013000300007>
36. Evers M, Beauchamp D, Mattox K. Cicatrización de heridas. En: Leong M, Murphy K, Phillips L, editores. Sabiston tratado de cirugía. 20 ed. España: Elsevier; 2018. p.130–142
37. Blog de Ilerna online. Las heridas: ¿Qué tipos hay y cómo debes tratarlas? [en línea]. Barcelona, España. Abr 2019. [citado 23 Sept 2021]. Disponible en: https://www.ilerma.es/blog/aprende-con-ilerma-online/sanidad/heridas-tipos-curas/#Clasificacion_de_las_heridas
38. Consejería de salud. Guía de práctica clínica para el cuidado de personas que sufren quemaduras. [en línea]. Andalucía: Servicio Andaluz de Salud. Consejería de Salud. Junta de Andalucía; 2011. [citado 23 Sept 2021]. Disponible en: https://portal.guiasalud.es/wp-content/uploads/2019/01/GPC_485_Quemados_Junta_Andalucia_completa.pdf
39. Perdomo E, Pérez M, Benítez M, Ruiz C. Los detritos en el proceso de cicatrización y su eliminación para una correcta preparación del lecho de la herida. Gerokomos [en línea]. 2018 [citado 26 Sept 2021]; 29(3):141–4. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/geroko/v29n3/1134-928X-geroko-29-03-00141.pdf>
40. Ramírez G. Fisiología de la cicatrización cutánea. Rev Fac Salud [en línea]. 2010 [citado 26 Sept 2021]; 2(2): 69–78. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/229704582.pdf>
41. Romero A. Cicatrización. Rev Méd Sinerg [en línea]. 2016 [citado 26 Sept 2021]1(9): 13–17. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7070359.pdf>
42. Senet P. Fisiología de la cicatrización cutánea. En: Senet P, editor. Dermatología. [en línea]. México: Elsevier; 2016. [citado 26 Sept 2021]; p. 1-8. Disponible en: http://paginas.facmed.unam.mx/deptos/cirugia/_wp-content/uploads/2018/07/Fisiolog%C3%ADa-de-la-cicatrizaci%C3%B3n-cut%C3%A1nea.pdf
43. Altamirano C, Martínez R, Chávez E, Altamirano C, Espino I, Nahas L. Cicatrización normal y patológica: una revisión actual de la fisiopatología y el manejo terapéutico. Rev Argent Cir Plást [en línea]. 2019 [citado 25 Sept 2021]; 25 (01): 11–15. Disponible en: <http://www.racper.com.ar/contenido/art.php?recordID=MTUxMg==>

44. Herranz P, Santos X. Cicatrices, guía de valoración y tratamiento [en línea]. Madrid: MEDA PHARMA 2012. [citado 25 Sept 2021]. Disponible en: https://www.ulceras.net/userfiles/files/Libro_cicatrizacion_baja.pdf
45. Avellaneda Oviedo E, Campos Campos J, Capdevilla I, Porto Pérez A, Díaz Sánchez C, Fernández Cañamaque J, et. al. Heridas y Cicatrización. Rev Seher [en línea]. 2020 [citado 23 Sept 2021]; 11 (2): 1-33. Disponible en: http://heridasycicatrizacion.es/images/site/2021/JUNIO_2021/Revista_SEHER_11.2_06_07_21.pdf
46. Márquez G. Todo sobre las cicatrices [blog en línea]. España: Iderma. [citado 27 Sept 2021]. Disponible en: <https://www.iderma.es/blog.cfm/ID/15115/ESP/todo-sobre-las-cicatrices.htm>
47. Brigham and Women´s Hospital [en línea]. Boston: StayWell; 2020 [actualizado 12 Ene 2020; citado 27 Sept 2021]. Cicatrices; [aprox. 6 pant.]. Disponible en: <https://healthlibrary.brighamandwomens.org/Spanish/RelatedItems/85,P03432>
48. Rahman S, Carter P, Bhattarai N. Aloe vera for tissue engineering applications. [en línea]. 2017 Feb [citado 23 Sept 2021]; 8(1):6. doi: <https://10.3390/jfb8010006>
49. Domínguez Fernández R.N., Arzate Vásquez I., Chanona Pérez J., Welti Chanes J., Alvarado González J., Calderón Domínguez G., et al. El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. Rev Mex Ing Quím [en línea]. 2012 Abr [citado 23 Sept 2021]; 11 (1): 23-43 Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003
50. Carrillo M. Aloe vera: agente antimicrobiano. [en línea]. Yucatán: Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán; 2011 [citado 27 Sept 2021]. Disponible en: <http://www.itsyucatan.edu.mx/archivos/usuarios/67/archivo992.pdf>
51. Bonilla M, Jiménez L. Potencial industrial del Aloe vera. Rev Cuba Farm [en línea]. 2016 [citado 24 Sept 2021]; 50(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152016000100013
52. Collazo T, Lázara Y. Beneficios del aloe vera. En: Jornada Científica de Farmacología y Salud; Artemisa; 21-25 de Jun 2021. Artemisa; 2021. p. 1-30. [en línea]. Artemisa; 2021. [citado 27 Sept 2021]. Disponible en: <https://farmasalud2021.sld.cu/index.php/farmasalud/2021/paper/viewFile/202/85>
53. Ruiz A, Ruiz J, Brito E, Navarro R. Aplicaciones terapéuticas del Aloe Vera. Canar Med Quir [en línea]. 2012 [citado 23 Sept 2021]; 9 (27). p. 42-50 Disponible en: https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/7903/2/0514198_00027_0009.pdf
54. Hekmatpou D, Mehrabi F, Rahzani K, Aminiyan A. The effect of aloe vera clinical trials on prevention and healing of skin wound: A systematic review. Iran J Med Sci [en línea]. 2017 [citado 23 Sept 2021]; 44(1):1-9. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/ce1e/23d070c2779c23d4c573ccdc495060e6eb58.pdf?_ga=2.93398877.1963355059.1633978715-1966275831.1633978715

55. Hashemi S, Madani S, Abediankenari S. The review on properties of Aloe vera in healing of cutaneous wounds. *Rev Biomed Research International* [en línea]. 2015 [citado 23 Sept 2021]; 2015. doi: <https://doi.org/10.1155/2015/714216>
56. González C. Comparación del efecto cicatrizante de la pomada a base de milenrama (*achillea millefolium*), corteza de encino (*quercus acatenangensis* trelease), sábila (aloe vera) y clavo de olor (*syzygium aromaticum*) versus violeta de genciana en heridas post-castración de lechones. [tesis Médico Veterinario en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2015. [citado 23 Sept 2021]. Disponible en: http://www.repositorio.usac.edu.gt/625/1/Tesis_CristianFinal.pdf
57. Casigna M. Comparación del efecto cicatrizante de las tinturas elaboradas a base de matico (*eupatorium glutinosum*) y acíbar de sábila (*aloe barbadensis*) aplicado en ratones (*mus musculus*). [tesis Bioquímico Farmacéutico en línea]. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de bioquímica y farmacia; 2015 [citado 23 Sept 2021]. Disponible en: http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3998/1/56T00524_UDCTFC.pdf
58. Sánchez M, González E, Iglesias I, Gómez P. Pharmacological update properties of aloe vera and its major active constituents [en línea]. 2020 Mar [citado 23 Sept 2021]; 25. doi: 10.3390/molecules25061324
59. Prakoso Y, Kurniasih. The effects of aloe vera cream on the expression of CD4+ and CD8+ lymphocytes in skin wound healing. *J Trop Med* [en línea]. 2018 [citado 23 Sept 2021]; 2018:6218303. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5832127/>
60. Burgos A. Uso de Aloe Vera en el tratamiento de heridas. *Rev Electron Portales Médicos* [en línea]. 2012 [citado 23 Sept 2021]; 16 (18): [aprox. 4 pant.]. Disponible en: <https://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/4316/1/Uso-de-AloeVera-en-el-tratamiento-de-heridas>
61. Chonlon E, Calle A. Actividad cicatrizante del gel tópico de los extractos hidroalcohólico de *caesalpinia spinosa* (tara) y aloe vera (sábila) en *ratus norvegicus* (holtzman) por inducción experimental [tesis Químico Farmacéutico en línea] Lima: Universidad María Auxiliadora, Facultad de Ciencias de la Salud; 2021 [citado 23 Sept 2021]. Disponible en: http://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/UMA/480/ACTIVIDAD_CICATRIZANTE_DEL_GEL_TÓPICO_DE_LOS_EXTRACTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
62. Cruzado K, Neyra D, Manta Y. Efecto cicatrizante del gel *Krameria lappacea* (Ratania) vs gel Aloe vera (Sábila) en episiorrafias de *Oryctolagus cuniculus*. *Laboratorio UPAO*, 2019 *Rev Int Salud Matern Fetal* [en línea]. 2019 [citado 23 Sept 2021]; 4: 44. Disponible en: <http://ojs.revistamaternofetal.com/index.php/RISMF/article/view/165>
63. Fabian M. Estudio comparativo del efecto cicatrizante del gel Aloe vera (Aloe), *Piper aduncum* (Matico) y gel mixto (Aloe vera y *Piper aduncum*) sobre herida inducida en mucosa palatina en *Oryctolagus cuniculus* (conejo), Trujillo, año 2020. [tesis Cirujano Dentista en línea]. Perú: Universidad Católica de los Ángeles Chimbote, Facultad de Ciencias de la Salud; 2020 [citado 26 Feb 2021]. Disponible en: http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/17309/ALOE%20VERA_CICATRIZACION%20FABIAN_AMADOR_MANUEL_ENRIQUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

64. Huerta J. Efectividad antimicrobiana del aloe vera (l.) burm. f., sobre enterococcus faecalis (atcc29212), candida albicans (atcc 24433) y streptococcus mutans (ATCC 25175), LA Libertad, Trujillo, 2017 [tesis Cirujano Dentista en línea]. Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ciencias de la Salud; 2019. [citado 23 Sept 2021]. Disponible en: http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/10137/ALOE_VERA_E_STREPTOCOCCUS_FAECALIS_HUERTA_SANCHEZ JOSSELYN_CLAUDIA.pdf?s equence=1&isAllowed=y
65. Alarcón M. Efecto del Aloe Vera en el Postquirúrgico de cordales inferiores. Acta Odont Venez [en línea]. 2015 [citado 23 Sept 2021]; 53(1) [aprox. 12 pant.]. Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2015/1/art-2/>
66. Varaei S, Mohaddes F, Sabaghzadeh P, Ranjbar H. The effect of Aloe Vera Gel and Nitrofurazone on dressing related pain of superficial burn wounds. World J Plast Surg [en línea]. 2017 [citado 23 Sept 2021]; 6(2): 254–256. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5506367/>
67. Vásquez P. Efectos clínicos del aloe vera, como colutorio en pacientes sometidos a alargamiento de corona [tesis Odontología en línea]. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Odontología; 2016 [citado 23 Sept 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7374/1/T-UCE-0015-379.pdf>
68. Hossain M, Rashid A, Towfique N, Sen M. A review on ethnopharmacological potential of Aloe vera L. J Intercult Ethnopharmacol [en línea]. 2013 [citado 23 Sept 2021]; 2(2):113-120. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/267864459_A_review_on_ethnopharmacological_potential_of_Aloe_vera_L_Corresponding_Author
69. Loya Y. Comparación histopatológica del efecto cicatrizante de 2 tratamientos alternativos versus 1 tratamiento convencional en heridas experimentales dérmicas en cobayos en campo. [tesis Veterinaria en línea]. Quito: Universidad Central del Ecuador; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2018 [citado 23 Sept 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17186/1/T-UCE-0014-MVE-032.pdf>
70. Mayo Clinic [en línea]. [s.l.] Mayo Foundation for Medical Education and Research; 2021 [actualizado 29 Jul 2021; citado 23 Sept 2021]. Aloe; [aprox. 5 pant.]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/drugs-supplements-aloe/art-20362267?p=1>
71. Pangkanon W, Yenbutra P, Kamanamool N, Tannirandorn A, Udompataikul M. A comparison of the efficacy of silicone gel containing onion extract and aloe vera to silicone gel sheets to prevent postoperative hypertrophic scars and keloids. J Cosmet Dermatol [en línea]. 2020 [citado 23 Sept 2021]; 20(4):1146–1153. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jocd.13933>
72. Cañizares A. Eficacia del gel casero de aloe vera más propóleo al 5% al ser aplicado en la cicatrización por segunda intención en cobayos adultos machos y analizado mediante microscopio óptico. [tesis Odontología en línea]. Quito: Universidad central del ecuador, Facultad de odontología; 2015 [citado 23 Sept 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10199/1/T-UCE-0015-628.pdf>

ANEXOS

Tabla No. 1 Matriz de artículos utilizados según tipo de estudio

TIPO DE ESTUDIO	TÉRMINO UTILIZADO	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Todos los artículos revisados	-----	120
Artículos utilizados	-----	72
Revisión sistemática de ensayo clínicos aleatorizados	"Aloe vera" [MeSH] OR "sábila"[MeSH] AND "wound healing"[MeSH]	8
Revisión sistemática de estudios de cohorte	"Aloe vera" [DECS] OR "sábila" AND "cicatrización de heridas"[DECS] OR "cicatrización fisiológica"	2
Cohorte con seguimiento a partir del origen	"Aloe vera" [DECS] OR "sábila" AND "cicatrización de heridas"[DECS] OR "cicatrización fisiológica[DECS] OR "heridas agudas" "Aloe vera" [DECS] OR "sábila" AND "cicatrización de heridas"[DECS] OR "cicatrización fisiológica[DECS]	1
Transversal descriptivo	"cicatrización fisiológica" OR "cicatrización rápida" "Aloe vera" [DECS] OR "sábila" AND "cicatrización de heridas"[DECS] OR "cicatrización fisiológica[DECS]	1
Casos y controles	OR "heridas agudas" "heridas" [DECS] OR "lesiones"[DECS] AND "cicatrización"[DECS] OR "cicatriz[DECS] " OR "cicatrización acelerada[DECS] " AND "Aloe vera[DECS] " OR "unguentos de sábila"	6
Literatura gris	"heridas" [DECS] OR "lesiones"[DECS] AND "cicatrización"[DECS] OR "cicatriz[DECS] " OR "cicatrización acelerada[DECS] " AND "Aloe vera[DECS] " OR "unguentos de sábila"	5
Revisión bibliográfica	"Aloe vera" [DECS] OR "sábila" AND "cicatrización de heridas"[DECS] OR "cicatrización fisiológica[DECS] OR "heridas agudas"	35
Tesis		14

Tabla No. 2 Matriz de Literatura gris utilizada				
Tema del libro	Acceso	Localizacion (en linea)	Total de libros en biblioteca	Numero de documentos
Especialidades medicas	MedicoPlus, Dermatologia	https://medicoplus.com/dermatologia/capas-piel https://www.ilema.es/blog/aprende-con-ilema-online/sanidad/heridas-tipos-curas/#Clasificacion_de_las_heridas	18	1
Las Heridas	-----	-----	-----	1
Tratado de Cirugia de Sabiston	-----	-----	1	1
Principios de cirugía de Schwartz	-----	-----	1	1
Uso de Aloe vera en el tratamiento de heridas	Portales Medicos,	https://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articles/4316/1/Uso-de-AloeVera-en-el-tratamiento-de-heridas	-----	1

Tabla No. 3 Matriz de datos de Buscadores y terminos utilizados

Buscadores	Terminos utilizados y operadores logicos	
	Español	Ingles
Google Scholar	Aloe vera AND cicatrización fisiologica Sabila AND Cicatrización de heridas Aloe vera AND cicatrización de heridas agudas Uso de Aloe vera And Cicatrización de heridas Cicatrización acelerada And Aloe vera OR Sábila	Aloe vera AND Physiological scarring Sabila AND woud healing Aloe vera AND acute wound healing Use of Aloe vera AND woud healing accelerated healing AND Aloe vera AND Sabila
Pub Med		Aloe vera AND Physiological scarring Sabila AND woud healing Aloe vera AND acute wound healing Use of Aloe vera AND woud healing accelerated healing AND Aloe vera AND Sabila Aloe vera AND acute wound healing accelerated healing AND Aloe vera AND Sabila
Medscape		Sabila AND woud healing Wound healing OR Cicatrization
Scielo	Aloe vera AND cicatrización fisiologica Sabila AND Cicatrización de heridas Aloe vera AND cicatrización de heridas agudas Uso de Aloe vera AND Cicatrización de heridas Cicatrización acelerada AND Aloe vera OR Sábila	Aloe vera AND Physiological scarring Sabila AND woud healing Aloe vera AND acute wound healing Use of Aloe vera AND woud healing accelerated healing AND Aloe vera AND Sabila
Medes	Aloe vera AND cicatrización fisiológica Sábila AND Cicatrización de heridas Aloe vera AND cicatrización de heridas agudas Uso de Aloe vera AND Cicatrización de heridas Cicatrización acelerada AND Aloe vera OR Sábila	
MSD	Aloe vera AND cicatrización fisiológica Sábila AND Cicatrización de heridas Aloe vera AND cicatrización de heridas agudas Uso de Aloe vera AND Cicatrización de heridas Cicatrización acelerada AND Aloe vera OR Sábila	
Medline	Aloe vera AND cicatrización fisiológica Sábila AND Cicatrización de heridas Aloe vera AND cicatrización de heridas agudas Uso de Aloe vera AND Cicatrización de heridas Cicatrización acelerada AND Aloe vera OR Sábila	Aloe vera AND Physiological scarring Sabila AND woud healing Aloe vera AND acute wound healing Use of Aloe vera AND woud healing accelerated healing AND Aloe vera AND Sabila Use of Aloe vera AND woud healing Sabila AND woud healing