

POTENCIAL DEL *Aloe vera* COMO AGENTE CICATRIZANTE PARA TRATAR LESIONES CUTÁNEAS PROVOCADAS POR ACNÉ

HEALING POTENTIAL OF *Aloe vera* AS A SCAR AGENT TO TREAT SKIN INJURIES BY ACNE

Valeria Vanessa Alcaraz-López¹, Mónica Delfín-Santos¹, Jaquelin Reyes-Melchor¹, Janette García-Jiménez¹

Licenciatura en Biotecnología ¹

Facultad de Ciencias Biológicas

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Boulevard Capitán Carlos Camacho Espíritu, Ciudad Universitaria, Colonia coronel Miguel Auza, C. P. 72570, Puebla, Puebla, México

Correo electrónico: monica.delfins@alumno.buap.mx

Resumen

Las lesiones cutáneas, como heridas y acné, afectan a la primera línea de defensa que es la piel, haciéndola vulnerable ante patógenos. Uno de los casos más comunes es el acné vulgar, que es una infección causada por *Staphylococcus aureus* y *Proptontbacterium acnes*. Sin embargo, existen tratamientos a base de productos naturales que se han usado desde la antigüedad por sus múltiples beneficios. Tal es el caso del *Aloe vera*, que durante siglos ha sido utilizado para tratar lesiones cutáneas, principalmente en la cicatrización. El *Aloe vera* tiene diversas propiedades benéficas para el uso humano. Por consiguiente, el presente trabajo tiene como objetivo hacer una revisión sobre los compuestos activos que lo componen y los mecanismos de acción que han sido propuestos por diversos autores. Además, muestra al *Aloe vera* como una alternativa eficiente para el tratamiento de lesiones cutáneas provocadas por acné debido a sus múltiples beneficios.

Palabras clave: *Aloe vera*, acné vulgar, cicatrización, lesión cutánea

Abstract

Skin injuries, such as wounds and acne, affect the first line of bodily defense which is the skin itself, thus, making it susceptible to pathogens. One of the most common cases is acne vulgaris, which is an infection caused by *Staphylococcus aureus* and *Proptontbacterium acnes*. However, there are certain treatments based on natural

products that have been used since ancient times due to their numerous benefits. A case in point is *Aloe vera*, which has been used to treat skin injuries for centuries, mainly in cicatrization. *Aloe vera* has several properties that are beneficial to human health. Therefore, this paper aims to review the active compounds that make it up and its mechanisms of action that have been proposed by a number of authors. In addition, *Aloe vera* is presented as an efficient option to treat skin injuries caused by acne due to its numerous benefits.

Keywords: *Aloe vera*, acne vulgaris, cicatrization, skin injuries

Introducción

La piel representa una de las primeras barreras de defensa del cuerpo humano, de manera que su mantenimiento es crucial para la salud de los individuos. Sin embargo, la aparición de lesiones cutáneas, como heridas y acné, afectan este órgano y aumentan su vulnerabilidad ante patógenos (Hashemi, Madani y Abediankenari, 2015). En este contexto, es importante desarrollar tratamientos que puedan favorecer y acelerar los procesos de cicatrización y desinflamación que acompañan el desarrollo de estos padecimientos.

Cuando ocurre una ruptura epitelial—herida—se presenta el proceso de cicatrización, que consta de tres partes: inflamación, regeneración y remodelación del tejido. Las células que regulan este proceso se relacionan con la inmunidad y la síntesis de colágeno (Hashemi, Madani y Abediankenari, 2015; Oryan, Mohammadalipour, Moshiri y Tabandeh, 2016; Radha y Laxmipriya, 2015).

El acné vulgar es una infección que conlleva una lesión específica, de tipo inflamatoria o no inflamatoria, y puede favorecerse por factores genéticos, alimenticios, hormonales y bacterianos, siendo esta última una de las mayores causas de su aparición (*Staphylococcus aureus* y *Propionibacterium acnes*) (Nasri, Bahmani, Shahinfard, Nafchi y Kopaei, 2015). Las lesiones pueden infectarse o ser más grandes si quien las sufre genera un traumatismo por fricción sobre ellas. Su desaparición está mediada por el proceso de cicatrización.



Figura 1. Acné vulgar. Imagen tomada de: <https://conceptodefinicion.de/acne-vulgar/>

Aunque hay una gran variedad de tratamientos en el mercado, debido a la importancia de obtener mejores y más rápidos resultados, se investigan más alternativas para su tratamiento, retomando conocimientos ancestrales sobre el uso de plantas medicinales (Nasri *et al.*, 2015). Este artículo explora el uso del *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* M.) para tratar las afecciones cutáneas mencionadas (Gao, Kuok, Jin y Wang, 2019).

El *Aloe vera* es una planta suculenta que pertenece a la familia *Liliaceae* y crece comúnmente en climas tropicales. Durante siglos ha sido utilizada por muchas culturas para tratar padecimientos cutáneos, así que su eficacia se ha explorado más a fondo en los últimos 40 años. Se ha encontrado que desempeña un papel importante en la estimulación de células involucradas en la respuesta inflamatoria, el incremento en la producción de colágeno, un efecto positivo en el metabolismo de la glucosa en pacientes diabéticos (evitando complicaciones en la cicatrización), la actividad antibacteriana (en comparación con *S. aureus*, *S. epidermis*, *E.coli* y *P.vulgaris*), y un efecto regulador en la esteroideogénesis (síntesis hormonal) (Moriyama *et al.*, 2016; Radha y Laxmipriya, 2015; Udgire y Pathade, 2014).



Figura 2. Planta de *Aloe vera*. Imagen tomada de: <https://mejorconsalud.com/uso-del-aloe-vera/>

La razón por la que la planta posee estas características es su composición química, ya que contiene antraquinonas (como las aloínas), naftalenos, enzimas, proteínas, polisacáridos (de glucosa-manosa) y ácidos orgánicos (Gao *et al.*, 2019; Hashemi *et al.*, 2015). Su efectividad se ha probado por administración dérmica y oral, y de forma individual o con otros productos (Hajheydari *et al.*, 2014; Orafidiya *et al.*, 2004; Rodrigues *et al.*, 2018).

Al tener en cuenta sus propiedades, los conocimientos tradicionales y los estudios científicos, el *Aloe vera* se puede considerar como una alternativa eficiente para el desarrollo de nuevos productos favorecedores de la cicatrización que ayuden a tratar tanto el acné como las heridas generadas por dicho cuadro clínico. Su efectividad y su mecanismo de acción han sido estudiados al mismo tiempo que las metodologías para su administración nano-biotecnología han sido innovadas (Garcia-Orue *et al.*, 2017; Rodrigues *et al.*, 2018).

Historia y Generalidades del *Aloe vera*

El *Aloe barbadensis* M.—mejor conocida como *Aloe vera*—es una de las más de 600 plantas pertenecientes a la familia *Liliaceae*, cuyo crecimiento ocurre en regiones tropicales y subtropicales, es de tipo xerófito y es la más conocida de su clase (Moriyama *et al.*, 2016). Esta planta vascular es capaz de crecer en regiones con suministro de agua limitado por su capacidad de almacenaje. Se compone de raíz, tallo, hojas y flores (Boudreau y Beland, 2006; Domínguez-Fernández *et al.*, 2012; Gao *et al.*, 2019; Hamman, 2008; Vogler y Ernst, 1999). Las hojas tienen forma lanceolada y dentada; las flores crecen en forma de roseta, desde el centro hacia arriba formando racimos tubulares; la corteza constituye el 30% del peso total de la planta; y su coloración verdosa varía según el lugar, el clima y los nutrientes disponibles. En cuanto al parénquima, que es el gel, se localiza en la parte central de la hoja y compone del 65 al 80 % del total de la planta (Boudreau y Beland, 2006; Domínguez-Fernández *et al.*, 2012).

El *Aloe vera* ha sido un componente ampliamente utilizado en la medicina tradicional de muchos países como Mesopotamia, China, India, las Antillas y Japón para tratar trastornos de la piel (abrasiones y quemaduras), así como por su efecto purgante. Su

origen se remonta a la región media-sur de la península arábiga y el norte de África, y las culturas de la región, como los egipcios, quienes pronto aprendieron a emplear este recurso para tratar heridas, quemaduras e infecciones (Gao *et al.*, 2019; Hashemi *et al.*, 2015; Hossain, MamunOrRashid, Towfique y Sen, 2013; Rodrigues *et al.*, 2018; Vogler y Ernst, 1999). Posteriormente, los griegos, españoles y africanos la usaron con diversos propósitos (Hashemi *et al.*, 2015; Hossain *et al.*, 2013).

En cuanto al nombre, la palabra *áloe* tiene raíz griega (*aloe*) y árabe (vocablo “*alloeh*”, que significa “sustancia amarga brillante”), mientras que la palabra *vera* proviene del latín (“verdad”). Por otra parte, la primera clasificación de los *áloes* fue hecha por el botánico Milles en la isla de Barbados (Boudreau y Beland, 2006; Domínguez-Fernández *et al.*, 2012; Gao *et al.*, 2019). Actualmente, esta especie se usa en productos cosméticos, de salud y en alimentos funcionales (Boudreau y Beland, 2006; Añibarro-Ortega *et al.*, 2019).

Compuestos Activos del *Aloe vera*

La literatura científica reporta 75 compuestos de interés por su actividad biológica relacionada con efectos positivos para la salud humana (Radha y Laxmipriya, 2015). Entre ellos se encuentran los derivados de antraceno y los derivados hidroxilados, como las aloínas A y B2 (25% del total de compuestos) (Hashemi *et al.*, 2015), y el *áloe* emodina. Asimismo, el *Aloe vera* posee un alto contenido de glucosa; manosa; celulosa; galactosa; arabinosa; fructosa; glucomanosa; oxidasas; amilasas; carboxipeptidasas; fosfatasas alcalinas; lipasas; catalasas; oxidasas; ciclooxigenasas; lectinas; ácido glutámico; esteroides, como campesterol, colesterol y beta-sitosterol; lignina; ácido úrico; saponinas; antranol; ácidos cinámico, crisofánico y aloético; barbaloina; minerales como calcio, magnesio y potasio; cloruros de zinc, sodio y cobre; y vitaminas B, C y E. Sólo 1.5% del total de la planta pertenece a estos compuestos y el resto es principalmente agua (Domínguez, Gutiérrez, López y Naranjo, 2006; Hashemi *et al.*, 2015; Moriyama *et al.*, 2016; Vogler y Ernst, 1999).

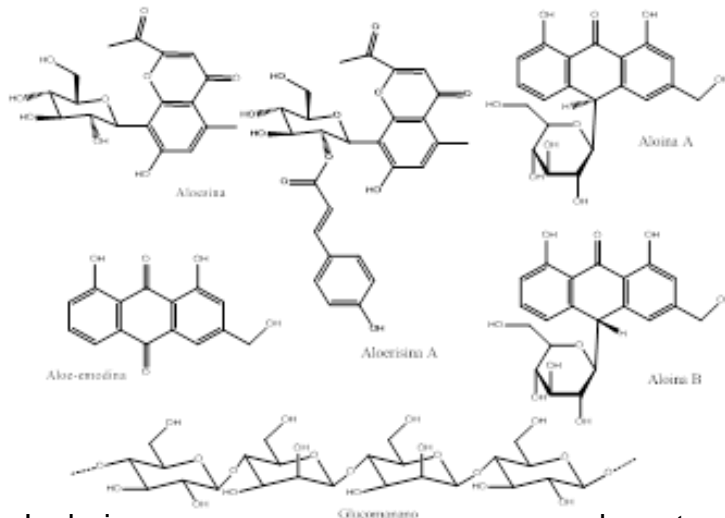


Figura 3. Estructuras químicas de algunos de los componentes principales. Dibujada a partir de la información de Boudreau y

La hoja de esta planta presenta una composición de 99.5% de agua y 0.5% de otras sustancias, entre las que se encuentran flavonoides, terpenoides, lectinas, antraquinonas—que son potentes antimicrobianos y agentes analgésicos – glicoproteínas, ácido gamma linolénico, prostaglandinas, mucopolisacáridos, minerales, taninos y saponinas principalmente (Hamman, 2008; Orafidiya *et al.*, 2004; Prakoso y Kurniasih, 2018; Udgire y Pathade, 2014). Igualmente, esta parte de la planta tiene tres capas: gel, látex y corteza (Maan *et al.*, 2018). El gel es la capa interna compuesta por tejidos blandos, con grandes células de parénquima que conforman un mucílago y 99% agua. Entre sus componentes están polisacáridos (55%)—siendo el principal el polisacárido del áloe (PA), constituido por glucosamano—, aminoácidos y proteínas (7%), lípidos (4%), azúcares simples (17%), minerales (16%), compuestos fenólicos (1%), esteroides y vitaminas (Maan *et al.*, 2018). Por otro lado, el látex y la corteza contienen antraquinonas, proteínas y carbohidratos. (Domínguez *et al.*, 2006; Hamman, 2008). Cabe destacar que según Boudreau y Beland (2006), la mayoría de los compuestos activos se encuentran en el gel y la corteza.

Propiedades farmacológicas del *Aloe vera*: tratamiento procicatrizante contra el acné

Entre las propiedades farmacológicas atribuidas al *Aloe vera* se encuentran sus efectos antiinflamatorios, antiartritis, antibacterianos, antifúngicos e hipoglucémicos y su uso para el tratamiento de asma y afecciones cardíacas. De manera tradicional, se han

utilizado extractos de la planta para tratar artritis, cáncer de piel y quemaduras y controlar la presión alta (Radha y Laxmipriya, 2015; Vogler y Ernst, 1999; Hashemi *et al.*, 2015).

El gel contiene vitaminas C y E que, junto con sistemas enzimáticos antioxidantes de glutatión peroxidasa y superóxido dismutasa, aceleran la cicatrización (Hashemi *et al.*, 2015).

Para el tratamiento del acné, según el estudio de Udgire y Pathade (2014), los extractos metélicos y etélicos con base en el gel de áloe tienen la capacidad de inhibir a *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli*, *P. vulgaris* y *P aeruginosa*, lo cual significa que afectan patógenos tanto gram positivos como gram negativos que influyen en el cuadro de acné (Boudreau y Beland, 2006). Estos resultados están respaldados por las evaluaciones de propiedades antibióticas realizadas por Añibarro-Ortega *et al.* (2019). De igual modo, se ha estudiado el efecto de la planta en sinergia con otros componentes, como el aceite de árbol de té con el cual se encontró mayor efectividad que con el tratamiento con eritromicina (Mazzarello *et al.*, 2018), la albahaca con la cual se evaluó el gel junto con el aceite esencial de *Ocimum gratissimum* L en crema y se encontró que la formulación era mejor que sólo con los componentes individuales, y la tretinoína en un estudio donde se empleó este compuesto como crema base junto con el gel y mostró ser efectivo en la inhibición bacteriana (Hajheydari *et al.*, 2014).

Con respecto a cicatrización, a través de estudios *in vivo* e *in vitro* se ha encontrado que la aloesina promueve los procesos de migración celular, regeneración de tejidos, angiogénesis y respuesta de citocinas (Wahedi *et al.*, 2017). Se ha observado que los tratamientos basados en esta planta promueven la proliferación celular y la diferenciación de keratocitos en la epidermis (Moriyama *et al.*, 2016). Otros trabajos, como el de Prakoso y Kurniasih (2018), han demostrado la efectividad de cremas realizadas a partir de extractos etélicos de áloe, observando que al tener concentraciones de 1 a 2% en el producto final se aumenta la regeneración de tejido, disminuye la infiltración de neutrófilos (disminuye la inflamación), aumentan los fibroblastos y disminuye la producción de linfocitos CD4+ y CD8+, consistente con el proceso de curación (Hashemi *et al.*, 2015). A su vez, los experimentos de Oryan *et al.* (2016) y de Domínguez *et al.*

(2006) confirmaron el efecto en la síntesis de colágeno y glucosaminoglicanos, básico para la remodelación y la cicatrización del tejido.

Mecanismo de Acción del *Aloe vera* y Compuestos Implicados

De manera general, la propiedad curativa por excelencia del *Aloe vera* está relacionada con el glucomanano. Se ha encontrado que este compuesto actúa como factor de crecimiento de los fibroblastos—tipo celular característico y más abundante del tejido conectivo, cuya función es la síntesis y el mantenimiento de la matriz extracelular—y estimula su actividad y proliferación, mejora la producción y secreción de colágeno en la herida, aumenta las conexiones transversales entre estas bandas, favorece la síntesis de ácido hialurónico y dermatán sulfato, y acelera la cicatrización (Hashemi *et al.*, 2015; Oryan *et al.*, 2016).

Específicamente, los polimananos acetilados estimulan a los macrófagos, las células NK y la producción de citocinas (incrementa en sangre los niveles de IL-2 y IFN- γ), y favorece la transcripción de mRNAs que codifican para IL-8 y TNF- α . La inflamación decae porque disminuye el nivel de IL-5 y IL-10 (Boudreau y Beland, 2006; Chithra, Sajithlal y Chandrakasan, 1998; Oryan *et al.*, 2016; Wahedi *et al.*, 2017). Con esto, los compuestos activos (glucomananos principalmente) aumentan la expresión de las integrinas β 1-, α 6-, β 4- y los linfocitos CD4+ y favorecen la proliferación y movilización de keratocitos que, a su vez, inducen la producción de IL-1 que estimula la angiogénesis y la acción de los fibroblastos (Moriyama *et al.*, 2016; Prakoso y Kurniasih, 2018).

Por medio de experimentos, se ha determinado que la dosis oral de mucílago de *Aloe vera* en ratas con diabetes tipo II acelera la cicatrización de las heridas cutáneas por la creciente tasa de expresión del gen que codifica el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) y TGF β -1 en el área de las heridas (estimulando los fibroblastos). En otro estudio se identificó el mismo efecto, pero tras la aplicación de la dosis vía cutánea (Hashemi *et al.*, 2015).

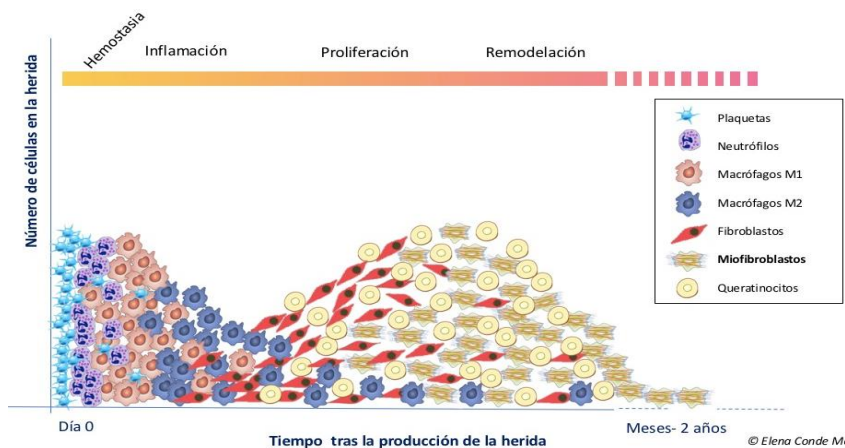


Figura 4. Células involucradas en la cicatrización. Imagen tomada de:

<https://www.elenaconde.com/miofibroblasto-gran-olvidado-la-cicatrizacion/celulas-proceso-cicatrizacion/>

La actividad del gel de áloe como agente estimulante de células relacionadas a la respuesta inmune incide sobre los macrófagos y neutrófilos, favoreciendo el proceso de fagocitosis y permitiendo la actividad antibiótica. A su vez, los glucomananos acetilados inducen la producción de IL-1, lo que estimula las células T-citotóxicas, que ayudan a matar a los patógenos (Boudreau y Beland, 2006). Además, su efecto antibacteriano se debe también a las antroquinonas, que son estructuras análogas de las tetraciclinas e inhiben la síntesis proteica bacteriana al bloquear la zona A del ribosoma (Radha y Laxmipriya, 2015).

De esta manera, los compuestos activos del áloe pueden atender de forma integral un cuadro de acné. Por una parte, se induce la disminución de la inflamación y, por otra, se inhiben las bacterias que causan o agravan el padecimiento. Finalmente, en caso de que la persona empeore el cuadro al ejercer fricción sobre la lesión, puede permitir la síntesis de componentes estructurales que hagan posible la remodelación del tejido.

Extracción del Gel de Áloe y Situación en México

Muchos compuestos activos del áloe están en el gel. Para su obtención, las hojas se procesan moliendo la parte interna después de quitar la corteza. Posteriormente, se requiere un paso de filtración/purificación para eliminar componentes no deseados. Finalmente, el gel se comercializa fresco o en polvo, en diferentes formulaciones (Añibarro-Ortega *et al.*, 2019).



Figura 5. Gel de *Aloe vera*. Imagen tomada de: <http://www.agro20.com/forum/topics/m-quina-procesadora-de-s-bila-aloe-vera>

La preparación y estabilización de los productos de sábila suele implicar la deshidratación o la molienda; estos métodos provocan alteraciones irreversibles en varios componentes activos, así que se ha buscado plantear procesos menos destructivos (Domínguez-Fernández *et al.*, 2012).

Entre las nuevas metodologías están el procesamiento en frío y el procesamiento térmico, que buscan evitar que el gel se oxide y descomponga por exposición al aire. Una vez obtenido el gel, se trata con carbón activado para su decoloración y la expulsión de aloína y antraquinonas para después pasar por filtración, esterilización y estabilización (Añibarro-Ortega *et al.*, 2019; Domínguez-Fernández *et al.*, 2012). En la técnica de procesado térmico, la sábila se trata con carbón activado y se pasteuriza (Domínguez-Fernández *et al.*, 2012).

Con respecto a la producción de sábila en México, las estadísticas oficiales de superficie sembrada inician en el año de 1986 y reportaban como principal productor al estado de Nuevo León; en 1987, se incorporaron Zacatecas y Colima a las estadísticas; en 1989, se unió San Luis Potosí; y en 1991, aparecieron oficialmente Tamaulipas y Yucatán, estados que en la actualidad están entre los principales productores (Medel y Ortiz, 2006; Morales y Narro, 2003). A nivel internacional, México es el quinto mayor productor de sábila, con 4,450 hectáreas de cultivo. En el año 2000, se generaron 48,694 toneladas de producto (Medel y Ortiz, 2006).

Tabla 1. Superficies de sábila sembradas en el país en el año 2000 (Medel y Ortiz, 2006).

Estados	Superficies sembradas/hec
Tamaulipas	1,364
Yucatán	862
San Luis Potosí	362
Durango	13
Quintana Roo	10
Zacatecas	3
Total	2,614

Aunque la explotación de sábila aún no tiene valor significativo, es un sector en crecimiento con posibilidades de expansión. Estados como Puebla, Estado de México y Morelos presentan áreas aptas para el cultivo (Medel y Ortiz, 2006; Morales y Narro, 2003).

Uso y Demanda de Productos Hechos a Base de *Aloe vera*

Los productos base sábila, principalmente base gel, son muy apreciados tanto por la industria cosmética como por la farmacéutica y alimentaria, pues dicho componente es la base en la elaboración de cremas, lociones, ungüentos, tabletas, cápsulas, yogur, bebidas, entre otros. Tanto en lo ya comercializado como en las formulaciones experimentales es posible encontrar vías de administración dérmicas y orales (Añibarro-Ortega *et al.*, 2019; Gao *et al.*, 2019). Del mismo modo, hay nuevas presentaciones en experimentación, las cuales prometen mejorar los tratamientos y resultados, como se menciona más adelante.

Aunque la mayoría de las formulaciones son inocuas al ser humano, es importante recordar que siempre hay una posibilidad de presentar una reacción alérgica a la exposición, sobre todo considerando altas concentraciones de este producto (Hossain *et al.*, 2013). Según el estudio de Hajheydari *et al.* (2014), hay una incidencia relativamente alta de alergia a la combinación *Aloe-tretinoína* 09.



Figura 6. Productos cosméticos y alimenticios a base de *Aloe vera*. Imágenes tomadas de: https://www.freepik.es/vector-gratis/set-productos-cosmetica-aloe-vera_1160587.htm y <https://www.tiendasmetro.co/bebida-saviloe-aloe-vera-uva-x-420-ml/p>

Perspectivas a Futuro

El *Aloe vera* tiene una larga historia de uso medicinal y sus aplicaciones farmacológicas se han demostrado en estudios que cumplen estándares médicos modernos (Gao *et al.*, 2019).

En torno a los trabajos más recientes en el área, en un estudio realizado en 2016 se evaluó el efecto de la encapsulación en nanofibras a partir de PLGA—polímero sintético—de extracto de *Aloe vera* (AV) junto con el factor de crecimiento epidérmico humano recombinante (rhEGF) para el tratamiento de cicatrización de heridas crónicas. Las nanofibras fueron producidas por electrohilado para no afectar la bioactividad de los compuestos activos, por lo que poseen una gran relación superficie/volumen—imitan la estructura tridimensional de la matriz extracelular—y una porosidad de 87.52%, permitiendo la permeabilidad de gases, lo que promueve la respiración celular, retiene la humedad y mejora la eliminación de exudados. Además, al estar cargadas con el extracto de áloe, permiten su administración tópica, maximizando el potencial terapéutico al mejorar la biodisponibilidad y el mantenimiento de su concentración en el sitio de la herida. Los resultados de este estudio demostraron que la aplicación tópica de nanofibras PLGA-AV-EGF con una concentración alta de *Aloe vera* genera una mejora en la proliferación de fibroblastos (García-Orue *et al.*, 2017).

Del mismo modo, surge su aplicación como material de bioingeniería por el uso de extractos del gel como andamiaje en ingeniería de tejidos (promueven el crecimiento

celular, y la regeneración de células endoteliales). Igualmente, ciertos estudios de seguridad han mostrado resultados contradictorios ante algunas formas de uso, así que se requieren más pruebas toxicológicas para evitar posibles efectos adversos (Gao *et al.*, 2019).

Con todo esto en mente, un análisis de los mecanismos de acción y el hecho de que los compuestos activos pueden tener una actividad dual (antibacteriana y antiinflamatoria) y ser un activador celular es posible establecer como perspectiva que en un futuro los diversos tratamientos para el acné, respaldados científicamente, presenten formulaciones base *Aloe vera* y que los métodos de administración tengan mejoras para potencializar los efectos.

Conclusión

El *Aloe vera* es una planta con potencial de aplicación en el tratamiento del acné debido a su composición química, pues posee una gran variedad de compuestos químicos con actividad tanto inmunoestimulante como inmunomoduladora y antibiótica que le permiten contrarrestar las bacterias causantes del problema, disminuir la inflamación y actuar como fármaco procicatrizante en caso de que haya una herida generada por fricción sobre una de las lesiones, promoviendo la recuperación y remodelación del tejido. Por estas razones, después de realizar la revisión bibliográfica se puede concluir que esta planta, primordialmente la parte del gel, es una opción viable para ser empleada en el desarrollo de una variedad amplia de productos dermatológicos y cosméticos; no obstante, es importante probar formulaciones en distintas concentraciones, analizar el efecto de agregar otros componentes para potenciar su eficacia y realizar más estudios toxicológicos para evitar que su uso provoque ciertos efectos adversos. Asimismo, aunque a nivel comercial la producción de *Aloe vera* en México es relativamente reciente, es un sector económico en crecimiento y con posibilidades de expansión. Ante los resultados de trabajos recientes y su correspondiente análisis, sólo queda mencionar que es importante seguir impulsando la producción, la comercialización y el desarrollo de investigaciones de nuevos productos para el tratamiento del acné y los padecimientos cutáneos relacionados con este problema.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Dr. Enrique González Vergara por el apoyo y la guía durante el proceso de elaboración del presente trabajo. Asimismo, se agradece la retroalimentación de los compañeros que ayudaron a mejorar el contenido de este artículo.

Referencias

1. Añibarro-Ortega, Pinela, Barros, Ćirić, Silva, Coelho, Ferreira. (2019). Compositional Features and Bioactive Properties of *Aloe vera* Leaf (Fillet, Mucilage, and Rind) and Flower. *Antioxidants*, 8(10), 444. <https://doi.org/10.3390/antiox8100444>.
2. Boudreau, M. D. y Beland, F. A. (2006). An evaluation of the biological and toxicological properties of *Aloe barbadensis* (Miller), *Aloe vera*. *Journal of Environmental Science and Health—Part C Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews*, 24(1), 103-154. <https://doi.org/10.1080/10590500600614303>.
3. Chithra, P., Sajithlal, G. B. y Chandrakasan, G. (1998). Influence of *Aloe vera* on the glycosaminoglycans in the matrix of healing dermal wounds in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 59(3), 179-186. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(97\)00112-8](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(97)00112-8)
4. Domínguez-Fernández, R. N., Arzate-Vázquez, I., Chanona-Pérez, J. J., Welte-Chanes, J. S., Alvarado-González, J. S., Calderón-Domínguez, G., ... Gutiérrez-López, G. F. (2012). El gel de *Aloe vera*: Estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 11(1), 23-43.
5. Domínguez, I. R., Gutiérrez, O. S., López, O. R. y Naranjo, M. F. (2006). Beneficios del *Aloe vera* L. (sábila) en las afecciones de la piel. *Revista Cubana de Enfermería*, 22(3), 1-5.
6. Gao, Y., Kuok, K. I., Jin, Y. y Wang, R. (2019). Biomedical applications of *Aloe vera*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(0), S244-S256. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1496320>.
7. Garcia-Orue, I., Gainza, G., Gutierrez, F. B., Aguirre, J. J., Evora, C., Pedraz, J. L., ... Igartua, M. (2017). Novel nanofibrous dressings containing rhEGF and *Aloe vera* for wound healing applications. *International Journal of Pharmaceutics*, 523(2), 556-566. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2016.11.006>.

8. Hajheydari, Z., Saeedi, M., Morteza-semnani, K., Soltani, A., Hajheydari, Z., Saeedi, M., ... Soltani, A. (2014). *Effect of Aloe vera topical gel combined with tretinoin in treatment of mild and moderate acne vulgaris: a randomized, double-blind, prospective trial*. 6634 (Octubre de 2017). <https://doi.org/10.3109/09546634.2013.768328>.
9. Hamman, J. H. (2008). Composition and applications of *Aloe vera* leaf gel. *Molecules*, 13(8), 1599-1616. <https://doi.org/10.3390/molecules13081599>.
10. Hashemi, S. A., Madani, S. A. y Abediankenari, S. (2015). The review on properties of *Aloe vera* in healing of cutaneous wounds. *BioMed Research International*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/714216>.
11. Hossain, M., MamunOrRashid, A., Towfique, N. y Sen, M. (2013). A review on ethnopharmacological potential of *Aloe vera* L. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, 2(2), 113. <https://doi.org/10.5455/jice.20130612035300>.
12. Maan, A. A., Nazir, A., Khan, M. K. I., Ahmad, T., Zia, R., Murid, M. y Abrar, M. (2018). The therapeutic properties and applications of *Aloe vera*: A review. *Journal of Herbal Medicine*, 12, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2018.01.002>.
13. Mazzarello, V., Donadu, M. G., Ferrari, M., Piga, G., Usai, D., Zanetti, S. y Sotgiu, M. A. (2018). Treatment of acne with a combination of propolis, tea tree oil, and *Aloe vera* compared to erythromycin cream: Two double-blind investigations. *Clinical Pharmacology: Advances and Applications*, 10, 175-181. <https://doi.org/10.2147/CPAA.S180474>.
14. Medel y Ortiz. (2006). *Estudio de la factibilidad para el cultivo de Sábila (Aloe vera) en San Luis Potosí*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
15. Morales, D. N. y Narro, A. (2003). *ANTONIO NARRO Producción y Mercadeo de Sábila (Aloe barbadensis Miller) Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de Ingeniero Agrónomo Administrador*. Universidad Autónoma Agraria.
16. Moriyama, M., Moriyama, H., Uda, J., Kubo, H., Nakajima, Y., Goto, A., ... Hayakawa, T. (2016). Beneficial effects of the genus *Aloe* on wound healing, cell proliferation, and differentiation of epidermal keratinocytes. *PLoS ONE*, 11(10), 1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164799>.
17. Nasri, H., Bahmani, M., Shahinfard, N., Nafchi, A. M. y Kopaei, M. R. (2015). *Medicinal Plants for the Treatment of Acne Vulgaris: A Review of Recent Evidences*. 8(11).

<https://doi.org/10.5812/jjm.25580>.

18. Orafidiya, L. O., Agbani, E. O., Oyedele, A. O., Babalola, O. O., Onayemi, O. y Aiyedun, F. F. (2004). The effect of *Aloe vera* gel on the anti-acne properties of the essential oil of *Ocimum gratissimum* Linn leaf: A preliminary clinical investigation. *International Journal of Aromatherapy*, 14(1), 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.ijat.2003.12.005>.
19. Oryan, A., Mohammadalipour, A., Moshiri, A. y Tabandeh, M. R. (2016). Topical application of *Aloe vera* accelerated wound healing, modeling, and remodeling. *Annals of Plastic Surgery*, 77(1), 37-46. <https://doi.org/10.1097/SAP.000000000000239>.
20. Prakoso, Y. A. y Kurniasih. (2018). The effects of *Aloe vera* cream on the expression of CD4+ and CD8+ lymphocytes in skin wound healing. *Journal of Tropical Medicine*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/6218303>.
21. Radha, M. H. y Laxmipriya, N. P. (2015). Evaluation of biological properties and clinical effectiveness of *Aloe vera*: A systematic review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 5(1), 21-26. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2014.10.006>.
22. Rodrigues, L., Lucy, O., de Oliveira, A. C. L., Tabrez, S., Shakil, S., Khan, M. I., Asghar, M. N., Melo-Cavalcante, A. A. de C. (2018). Mutagenic, antioxidant and wound healing properties of *Aloe vera*. *Journal of Ethnopharmacology*, 227, 191-197. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.08.034>.
23. Udgire, M. S. y Pathade, G. R. (2014). Antibacterial Activity of *Aloe vera* Against Skin Pathogens. *American Journal of Ethnomedicine*, 1(3), 147-151. Recuperado de: <http://www.ajethno.com>.
24. Vogler, B. K. y Ernst, E. (1999). *Aloe vera*: A systematic review of its clinical effectiveness. *British Journal of General Practice*, 49(447), 823-828.
25. Wahedi, H. M., Jeong, M., Chae, J. K., Do, S. G., Yoon, H. y Kim, S. Y. (2017). Aloesin from *Aloe vera* accelerates skin wound healing by modulating MAPK/Rho and Smad signaling pathways *in vitro* and *in vivo*. *Phytomedicine*, 28, 19-26. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2017.02.005>.