

## Potencial industrial del Aloe vera

### Industrial potentialities of *Aloe vera*

María José Bonilla Bonilla, Luis Guillermo Jiménez Herrera

Facultad de Farmacia. Universidad de Costa Rica.

---

#### RESUMEN

El *Aloe vera* y los productos, como el gel, derivados de esta planta, tienen gran aplicación en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica; debido a la gran variedad de propiedades nutricionales y farmacológicas demostradas de esta planta, entre ellas se mencionan la inmunomoduladora, la cicatrizante, la gastroprotectora, la antimicrobiana y la antioxidante. El mercado mundial de los productos conteniendo *Aloe* se incrementa y se prevé un mayor crecimiento en los años siguientes; se puede asegurar la rentabilidad de los productos con este origen que se ajusten a las necesidades, exigencias y tendencias del consumidor actual. Se realizó una búsqueda automatizada de artículos científicos, utilizando las palabras clave, en las bases de datos (*Proquest, Science Direct, Springer, EBSCO* y otras) del Sistema de Bibliotecas e Información de la Universidad de Costa Rica. Se seleccionaron aquellos artículos más adecuados para clasificar la información que contiene este trabajo. Es importante conocer el proceso más adecuado del procesamiento del *Aloe* o un derivado de este, en una planta industrial que permita lograr el mejor aprovechamiento de este recurso natural y a la vez, el ofrecimiento de un producto final de calidad.

**Palabras clave:** *Aloe vera*; usos terapéuticos; procesamiento.

---

#### ABSTRACT

*Aloe vera* and the products derived from this plant like gel, have wide application in the food, cosmetics and pharmaceutical industries, due to the wide variety of proven nutritional and pharmacological properties such as immunomodulatory, scarring, gastro-protective, antimicrobial and antioxidant ones. The global market

---

for products with Aloe is growing and further development is expected for the following years; so one can assure the profitability of products from this source that meet the needs, requirements and current consumer trends. A search for scientific articles was conducted using the keywords in the databases (Proquest, Science Direct, Springer, EBSCO and others) of the System of Libraries and Information at the University of Costa Rica. The most appropriate articles were selected to classify the information contained in this paper. It is important to know the right process of the *Aloe* processing or derivatives thereof, in an industrial plant that would achieve the best use of this natural resource and at the same time, a quality end product.

**Keywords:** *Aloe vera*; therapeutic uses; processing.

---

## INTRODUCCIÓN

Desde 1935, cuando se publica, la que parece ser la primera publicación acerca de un uso medicinal de *Aloe vera*, en la que se evaluó su eficacia como tratamiento de la dermatitis causada por rayos *Roentgen* o rayos X.<sup>1,2,3</sup> Actualmente continúan las investigaciones de las distintas propiedades farmacológicas que se le atribuyen al *Aloe*, las que incluyen acciones como antiinflamatoria, cicatrizante y antimicrobiana, entre otras reconocidas como la de protector gástrico, antineoplásico, hipoglicemiante, hepatoprotector.<sup>4</sup>

En este trabajo se realiza la descripción botánica, de las propiedades fisicoquímicas y farmacológicas del *Aloe vera*. Se mencionan las generalidades sobre el procesamiento de la planta a nivel industrial con el propósito de proveer de información que puede servir de base acerca de las posibles ventajas y precauciones requeridas a la hora de fabricar un producto a base de *Aloe vera*. Se describen además sus propiedades farmacológicas las antiinflamatorias, antibacterianas y cicatrizantes, entre otras, con el fin de orientar de manera integral el desarrollo de nuevas formulaciones a base de este producto.

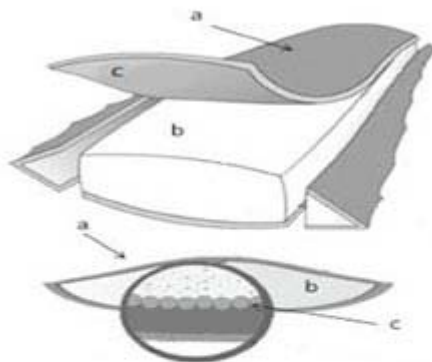
## MÉTODOS

Se realizó una búsqueda automatizada de artículos científicos, para ello se utilizaron las palabras clave y se buscaron artículos científicos en las bases de datos (*Proquest, Science Direct, Springer, EBSCO* y otras) del Sistema de Bibliotecas e Información de la Universidad de Costa Rica. Se seleccionaron aquellos artículos que se consideraron más adecuados para clasificar la información contenida en los sucesivos apartados.

## DESARROLLO

### DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El *Aloe vera* L. o *Aloe barbadensis miller* es una planta suculenta tipo cactus que pertenece a la familia *Liliaceae* y que crece comúnmente en climas tropicales,<sup>5</sup> tiene un tallo corto y una altura promedio que va desde los 50 cm hasta los 70 cm cuando alcanza su madurez en cuatro o cinco años.<sup>6-8</sup> Sus hojas suculentas dispuestas en roseta están compuestas por tres capas (figura 1), la externa, compuesta por la corteza o exocarpio que representa del 20 al 30 % del peso de toda la planta y es de color verde o verde azulado; la central llamada parénquima, también conocida como filete, pulpa o gel, la cual es transparente y tiene una matriz gelatinosa y fibrosa y representa del 65 al 80 % del peso total de la planta; y entre el exocarpio y el parénquima, ocupando toda la superficie interna de la hoja, se encuentran los conductos de aloína que son un grupo de canales orientados de manera longitudinal por donde circula el acíbar también llamado látex.<sup>9-13</sup>



(Fuente: Domínguez et al 2012).

**Fig. 1.** Estructura de la hoja de *Aloe vera*:

- a) corteza o exocarpio,
- b) filete o tejido parenquimático,
- c) conductos de aloína

### COMPOSICIÓN

El gel está compuesto de agua, mucilagos y una variedad de compuestos.<sup>13-16</sup> Entre esos compuestos se encuentran fenoles, como la aloína y la aloemodina; sacáridos (manosa, glucosa, fructosa, celulosa, glucomanano, acemanano, entre otros); vitaminas A, C y E y del complejo B; enzimas como la amilasa y la catalasa; minerales entre los que se encuentran el calcio, hierro y zinc; aminoácidos como la lisina, la cisteína y la glicina y ácidos grasos, entre otros.<sup>17-21</sup>

### PROPIEDADES

Se atribuyen las propiedades del *Aloe vera* a la presencia de diversos azúcares contenidos en el gel de las hojas,<sup>8,15,22</sup> entre las que se destacan la fructosa, el aloérido, la celulosa, los glucomananos neutros, los galactogalacturonanos, los glucogalactomananos, la arabinosa, principalmente, y también a la presencia de compuestos fenólicos como la aloína, el aloe emodina, la 4-hidroxi aloína, el

5-hidroxi aloína, los alanósidos A y B, las aloesinas A y B, las aloeresinas A y B y el 8-C-glucosil-7-o-metil-(s)aloesil.<sup>19,23,24</sup>

La mayor parte de las propiedades son producto de la sinergia de varios de esos componentes fenólicos y carbohidratos.<sup>5,23</sup> Estas propiedades incluyen fomentar la cicatrización y proliferación celular, la actividad antifúngica, la antibacteriana y la antiviral, el efecto antiinflamatorio y analgésico, el anticanceroso, el inmunomodulador, gastroprotector y otros.<sup>15,24-32</sup>

Estudios *in vivo* demuestran su capacidad de inhibir la inflamación, con un efecto dosis-dependiente; inclusive en la artritis inducida y muestran también una mejora en el proceso de cicatrización, lo que sugiere no tener acción relacionada con un mecanismo esteroideal.<sup>15,33-36</sup>

En cuanto a la acción antibacteriana, en el estudio de Martínez, Betancourt y Alonso se desestimó el potencial de acción antibacteriana del extracto acuoso liofilizado de *Aloe vera* en concentraciones entre 10 y 50 mg/mL mediante un ensayo de difusión de agar con una cantidad muy reducida de sepas: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* y una sola levadura la *Candida albicans*. Se obtuvieron resultados solamente frente a *Staphylococcus aureus* y este fue una ligera actividad inhibitoria, para el resto de microorganismos no se encontró ningún tipo de respuesta.<sup>25,37,38</sup>

Sin embargo, se le podría otorgar importancia en el área de la dermatología y odontología ya su acción contra otros microorganismos como *L. acidophilus* y *S. mutans*, responsables del desarrollo de caries dental y enfermedad periodontal y de *A. aggregatibacter*, *P. gingivalis* y *B. fragilis*, causantes de la enfermedad periodontal, ya se ha probado.<sup>39</sup>

#### MECANISMOS DE ACCIÓN

Se ha comprobado que el *Aloe vera* debe su acción antiinflamatoria a la inhibición de la cascada del ácido araquidónico; lo que se ha demostrado mediante el modelo de edema plantar inducido en ratas por carragenina, que los extractos acuosos de *A. vera* pueden inhibir la acción de la ciclooxigenasa y con esto la producción de prostaglandina E2.<sup>8,40-42</sup>

También es patente la estimulación de la actividad de los fibroblastos y de la proliferación de colágeno, lo que favorece la cicatrización y angiogénesis tras la aplicación tópica del gel de sábila.<sup>27,43</sup>

Por otra parte se ha demostrado que las antraquinonas naturales y los demás compuestos similares contenidos en la aloína tienen efectos antivirales en el herpes simplex tipos 1 y 2, varicela e influenza H1V-1. Asimismo en varios estudios se reconoce a las antraquinonas como los principales compuestos químicos que combaten directamente los virus y esto lo logran impidiendo la adsorción y la consecuente replicación del virus.<sup>13</sup>

El efecto antioxidante que se le confiere a la planta, se ha justificado por su alto aporte de micronutrientes esenciales, la comparación de la concentración de micronutrientes presentes en el extracto acuoso de *Aloe vera* y la naranja, la cual es conocida por el aporte que hace de los mismos se detalla en la tabla.

**Tabla.** Comparación de concentraciones de micronutrientes (Información obtenida de Domínguez et al 2012).

Micronutriente	Concentración en el <i>Aloe vera</i> (mg/100g)	Concentración en la Naranja (mg/100g)
Sodio	3 660	1
Calcio	3 319	46
Potasio	4 060	200

Estos componentes y otros como el ácido ascórbico o vitamina C, la vitamina E y diversos compuestos fenólicos, tienen la capacidad de reducir los radicales libres<sup>44</sup> que desencadenan las reacciones de oxidación ligadas a una gran variedad de enfermedades y diversos padecimientos como el envejecimiento, enfermedades cardiovasculares debidas a la disfunción endotelial producida por estrés celular o estrés oxidativo, la diabetes mellitus y también la carcinogénesis.<sup>45</sup>

El efecto inmunomodulador del *Aloe vera*, se le confiere sobre todo a la presencia de acemanano, uno de los polisacáridos presentes en el gel de *Aloe*; sin embargo, un estudio demostró que se necesitan concentraciones muy elevadas de este para lograr la activación de los macrófagos, mecanismo de acción que se le confiere a esta propiedad farmacológica atribuida al *Aloe*, lo que sugiere la presencia de otro componente que a pesar de presentarse en pequeñas cantidades, puede ser el responsable de la activación de los macrófagos que lleva a generar óxido nítrico, secretar citoquinas como el Factor de Necrosis Tumoral- $\alpha$ , Interleuquina-6 e Interferón- $\gamma$ .<sup>15,46-48</sup>

#### ESTUDIOS *IN VIVO*

La acción cicatrizante del *Aloe vera* fue evaluada en un doble estudio controlado, en el que un grupo de ratones *icr* los recibió en el agua de consumo normal (a una dosis de 100 mg/kg/día) y el otro grupo lo recibió de manera tópica al 25 %, ambos controlados contra un grupo que recibió, en el caso de la administración oral, el agua sin medicación y en el caso de la administración tópica, la crema también sin medicación. De modo que se concluyó que el *Aloe vera* es un agente cicatrizante efectivo por cualquiera de las dos vías de administración empleadas, pues en el primer grupo causó una reducción promedio de 62,5 % en el diámetro de la lesión y en el caso de la vía tópica, la reducción también fue significativa, de un 50,8 %.<sup>49</sup>

Su acción cicatrizante además fue comparada con la de algunos agentes antitromboxanos (una loxodamida y un lazaroido) en la cicatrización de quemaduras. Con el *Aloe vera* se obtuvieron resultados equiparables a los de estos agentes mencionados, de un 82 a 85 % de tejido sobreviviente, comparado contra el control.<sup>50</sup>

#### POSIBLES APLICACIONES

Según las propiedades antiinflamatoria y cicatrizante del *Aloe* que se han evaluado, podría emplearse en dermatología en patologías como dermatitis y herpes zóster,<sup>51</sup> como alternativa de tratamiento eficaz en la soriasis<sup>52</sup> y podría emplearse también en odontología, por su posible trabajo de afecciones gingivales o postoperatorias.<sup>4</sup> Debido al alivio que proporciona durante las crisis hemorroidales, podría dársele un uso en el área de proctología.<sup>53,54</sup>

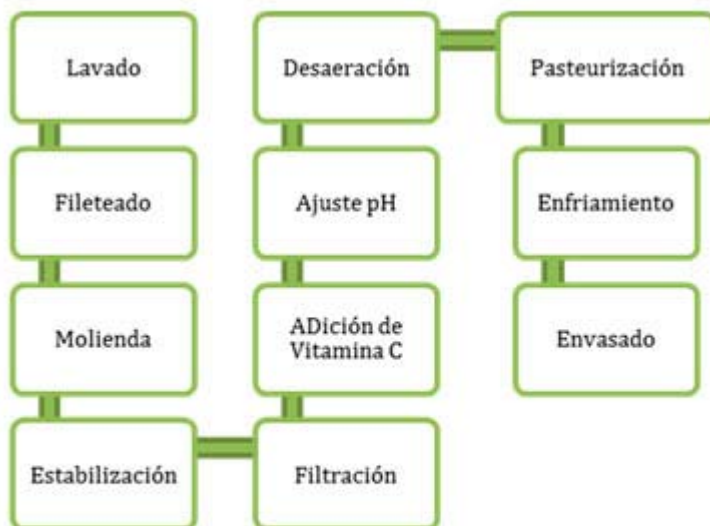
Otros efectos que se podrían explotar, incluyen el aumento o la mejora de la absorción intestinal, su efecto inmunomodulador y antioxidante, entre otros;<sup>55-57</sup> así como también otras aplicaciones descubiertas recientemente como es el uso del gel de *Aloe vera* en polvo como excipiente para formas farmacéuticas de liberación controlada.<sup>13,15</sup>

#### PROCESAMIENTO A NIVEL INDUSTRIAL

El mercado de productos derivados del *Aloe vera* se incrementó en los últimos años y se prevé que seguirá en aumento. Actualmente se estima un mercado global de veintisiete mil millones de dólares anuales, esto se debe en parte a la influencia del valor de productos cosméticos que contienen *Aloe* y que generan incrementos sustanciales en el valor de mercado de los productos finales vendidos; pero en general, en el mercado mundial hay una alta demanda de los productos de *Aloe vera* en todas sus presentaciones, solamente el comercio de materias primas de *Aloe* se estima en unos 180 millones de dólares. Aunque los números son imprecisos todavía, debido a que el *Aloe* no posee una clasificación arancelaria propia y cuenta con una en la que se incluyen saborizantes y extractos de varias plantas, por lo que no puede determinarse en forma fehaciente su valor de transacción.<sup>58</sup>

EL uso de productos derivados del *Aloe* implica, con frecuencia, el tratamiento del material proveniente de la planta por medio de calefacción, deshidratación o molienda. Esos procesos pueden afectar de manera irreversible los componentes bioactivos, entre ellos polisacáridos y compuestos antioxidantes, lo que puede provocar cambios en las propiedades bioquímicas de los productos.<sup>59</sup>

Como se ilustra en el diagrama (figura 2), el proceso común que lleva la producción de gel de *Aloe* se da comúnmente de la siguiente manera:<sup>13,60,61</sup>



(Fuente: De Ramachandra y Srinivasa 2008).

**Fig. 2.** Flujo de proceso de la producción de gel de Aloe.

1. Se inicia con el lavado de las hojas recibidas en la planta con agua y con soluciones bactericidas.

2. Posteriormente se remueve el gel y se separa de la corteza por medio del fileteado. El método más utilizado es la separación manual que consiste en realizar cortes manuales a la hoja fileteando el gel con un cuchillo a partir de 2,5 cm sobre la base y abarcando todo el extremo superior y las partes laterales, el gel se licua con aspas de acero. A pesar de necesitar mayor mano de obra, es el método que ofrece mejores resultados y por esto se le da mayor uso.
3. Seguido de esto se da la molienda en la que los filetes del gel se homogenizan por medio de un triturador comercial de alta velocidad, esto se hace a temperatura ambiente (25 °C), por lo que se recomienda moler por un periodo de 10 a 20 minutos, ya que entre más largo es este proceso, mayor es el oscurecimiento del gel debido al pardeamiento enzimático.
4. Por medio de la adición de enzimas pectolíticas se realiza la estabilización para conservar los compuestos con actividad biológica, como los polisacáridos que cuentan con una mayor presencia e importancia. Esta estabilización se puede lograr con la adición de estas enzimas a 50 °C por periodos de veinte minutos.
5. Una vez realizada la estabilización, se lleva a cabo la filtración. Este proceso influye también en la estabilidad del gel y en este se logra además separar partículas del producto por medio de la sedimentación de ellas.
6. Después de esto, se adiciona vitamina C o ácido ascórbico con el fin de evitar el pardeamiento y mejorar el sabor del jugo. Se realiza un ajuste del pH hasta 3,0 o 3,5 mediante la adición de ácido cítrico.
7. Se realiza en vacío una desaeración del gel líquido, para eliminar el oxígeno atrapado en forma de burbujas y evitar la oxidación del ácido ascórbico, asimismo se mejora la vida útil del gel.
8. La pasteurización se puede realizar según el proceso HTST a 85-95 °C evitando el mal sabor y la pérdida de actividad biológica.
9. Posterior a esto se enfría de manera súbita hasta 5 °C durante diez a quince segundos, esta etapa es fundamental para garantizar la actividad biológica del gel.
10. Por último se procede a envasar en vidrio o plástico el gel de *Aloe*.

## CONCLUSIONES

Los resultados que derivan de las investigaciones con *Aloe vera*, en sus diferentes aplicaciones, pueden emanar en el desarrollo de productos a base de esta planta como una alternativa farmacológica para enfermedades que involucren procesos inflamatorios, infecciosos o de pérdida de tejidos de la piel y las mucosas.

El incremento en los últimos años en el mercado del gel y otros productos derivados del *Aloe vera*, hacen de esta planta una materia prima atractiva tanto para la industria cosmética como farmacéutica y es por esto que es necesario conocer tanto el manejo que debe dársele a la planta o a su gel en una planta industrial, como las actividades biológicas de esta para poder orientar cualquier tipo de formulación o diseño de un nuevo producto.



En la actualidad hay conocimientos que permiten garantizar la calidad de los productos derivados del *Aloe*, aun así se deben hacer más investigaciones con el fin de aumentar la eficiencia de los procesos que garanticen la calidad de los productos intermedios y finales.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Posgrado de Farmacia por el espacio en el curso PF-5221: Técnicas de Investigación, de la Maestría en Análisis y Control de Calidad de Medicamentos de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Costa Rica, que permitió el desarrollo de este artículo de revisión bibliográfica.

## DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés que pueda afectar la credibilidad del presente artículo de revisión bibliográfica. Además que no se contó con financiamiento por parte de terceros durante la realización del presente artículo de revisión bibliográfica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Williams M, Burk M, Loprinzi C, Hill M, Schomberg P, Nearhood K et al. Phase III double-blind evaluation of an *Aloe vera* gel as a prophylactic agent for radiation-induced skin toxicity. *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys* 1996;36(2):345-350.
2. Richardson J, Smithy J, McIntyrez M, Thomasx R, Pilkington K. *Aloe Vera* for preventing radiation-induced skin reactions: A systematic literature review. *Clinical Oncology* 2005;17:478-484.
3. Maenthaisong R, Chaiyakunapruk N, Niruntraporn S, Kongkaew C. The efficacy of *Aloe vera* used for burn wound healing: A systematic review. *Burns* 2007;33:713-718.
4. Alarcón M, Fernández R. Aplicación terapéutica del *Aloe vera* L. en Odontología. *Salus Online* 2013;17(3):42-50.
5. Dat A, Poon F, Pham K, Doust J. *Aloe vera* for treating acute and chronic wounds. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012; 2 (CD008762): ISSN1469-493X.
6. Akinyele B, Odiyi A. Comparative study of vegetative morphology and existing taxonomic, nutritional and medicinal status of *Aloe vera* L. *African Crop Sci Society*; 8:1567-1570.
7. Sánchez A, Suárez E. Morfoanatomía de vitroplantas de zábila (*Aloe vera* L.). *Rev. Fac. Agron* 2011;28(1):139-149.
8. Rodríguez E, Darias J, Díaz C. *Aloe vera* as a functional ingredient in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2010;50:4:305-326.
9. Carpano S, Castro M, Spegazzini E. Caracterización morfoanatómica comparativa entre *Aloe vera* L.; *Burm. F, Aloe aborescens miller*; *Aloe saponinaria Haw* y *Aloe*



*ciliaris* Haw (*Aloeaceae*). Brazilian Journal of Pharmacognosy 2009;19:(1B):269-275.

10. Matos Á. Producción de aloina en callos y hojas de brotes de zábila (*Aloe vera* L.) regenerados in vitro. Biagro 2011;23(2):79-86.

11. Lucini L, Pellizzoni M, Pietro G. Anthraquinones and b-polysaccharides content and distribution in *Aloe* plants grown under different light intensities. Biochemical Systematics and Ecology 2013;51:264-26.

12. Machado R, dos Santos D, Marcílio T, Santos C, da Silva M, de Souza V. Desenvolvimento de sabonete líquido de *Aloe vera*: extração, purificação do extrato ativo e manipulação da forma farmacéutica. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações 2012;10(2):251-259.

13. Domínguez R, Arzate I, Chanona J, Welti J, Alvarado J, Calderón G, Garibay V, Gutiérrez G. El gel de *Aloe vera*: Estructura, composición química, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. Revista Mexicana de Ingeniería Química 2012;11(1):23-43.

14. Venkatesh K, Krishnamoorthi S, Palani N, Thirumal V, Wang J, Ilangovan R. Facile one step synthesis of novel TiO<sub>2</sub> nanocoral by sol-gel method using *Aloe vera* plant extract. Indian J Phys 2015; 89(5):445-452.

15. Hamman J. Composition and Applications of *Aloe vera* Leaf Gel. *Molecules* 2008;13:1599-1616.

16. Ni Y, Tuner D, Yates K, Tizard I. Isolation and characterization of structural components of *Aloe vera* L. leaf pulp. *International Immunopharmacology* 2004;4(14):1745-1755.

17. García C, Romero J, Muñoz A, Martínez V. Validación de un Método Analítico para el Estudio de Estabilidad del Ungüento de Aloe. Latin American Journal of Pharmacy 2008;27:598-602.

18. Gulia A, Sharma H, Sarkar B, Upadhyay A, Shitandi A. Changes in physico-chemical and functional properties during convective drying of *aloe vera* (*Aloe barbadensis*) leaves. Food and Bioproducts Processing 2010;88:161-164.

19. Vélez M, Villa N. Identificación y cuantificación de antraquinonas y cromonas en plantas de *Aloe vera* cultivadas en municipios de Risaralda por cromatografía líquida de alta eficiencia. Trabajo de grado para optar por el título de Químico Industrial. Universidad Tecnológica de Pereira; 2012.

20. Anirban R, Dutta G, Sampad G. Evaluation of anti-oxidative activity and UV absorption potential of the extracts of *Aloe vera* L. gel from different growth periods of plants. Industrial Crops and Products 2013;49:712-719.

21. Klinkaewnaronga J, Swatsitanga E, Masingboonb C, Seraphinc S, Maensiri S. Synthesis and characterization of nanocrystalline HAp powders prepared by using *Aloe vera* plant extracted solution. Current Applied Physics 2010;10(2):521-525.

22. Chang X, Chen B, Feng Y. Water-soluble polysaccharides isolated from skin juice, gel juice and flower of *Aloe vera* Miller. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers 2011;42(2):197-203.

23. Radha M, Laxmipriya N. Evaluation of biological properties and clinical effectiveness of Aloe vera: A systematic review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine* 2015;5:21-26.
24. Ammar N, Singab A, El-Ahmady S. Phytochemical and biological studies of some polysaccharides isolated from aloe, tamarindus, opuntia and citrus. *JASMR* 2010;5(2):141-152.
25. Chen C, Wang B, Weng Y. Physicochemical and antimicrobial properties of edible aloe/gelatin composite films. *International Journal of Food Science & Technology* 2010;45(5):1050-1055.
26. Gupta V, Malhotra S. Pharmacological attribute of *Aloe vera*: Revalidation through experimental and clinical studies. *Ayu.* 2012;33(2):193-196.
27. Hoopfer D, Holloway C, Gabos Z, Alidrisi M, Chafe S, Krause B, Lees A, Mehta N, Tankel K, Strickland F et al. Three-arm randomized phase III trial: Quality Aloe and placebo cream versus powder as skin treatment during breast cancer radiation therapy. *Clinical Breast Cancer* 2015; 15(3):181-190.
28. Sajadi K, Ian S, Bahramian S. Antifungal effect of *Aloe vera* gel on *Penicillium citrinum* in culture media and UF cheese. *International Journal of Food Engineering* 2015;1(1):61-64.
29. Kumar V, Shameem U, Kollu P, Kalyani R, Pammi S. Green synthesis of copper oxide nanoparticles using *Aloe vera* leaf extract and its antibacterial activity against fish bacterial pathogens. *BioNanoScience* 2015:1-5.
30. Babae N, Zabihi E, Mohseni S, Moghadamni A. Evaluation of the therapeutic effects of *Aloe vera* gel on minor recurrent aphthous stomatitis. *Dent Res J (Isfahan)* 2012;9(4):381-385.
31. Akhtar M, Hai A, Muhammad M, Iqbal Z, Muhammad F, Haq A et al. Immunostimulatory and protective effects of *Aloe vera* against coccidiosis in industrial broiler chickens. *Veterinary Parasitology* 2012;186:170-177.
32. Altug N, Yüksek N, Tevfik A. Immunostimulatory effects of *Aloe vera* and  $\beta$ -glucan on cellular and humoral immune responses following vaccination with polyvalent. *Vaccines in Dogs Kafkas Univ Vet Fak Derg* 2010;16 (3):405-412.
33. Hosseinimehr S, 2, 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* 2010;18(1):2-7.
34. Atiba A, Nishimura M, Kakinuma S, Hiraoka T, Goryo M, Shimada Y et al. Aloe vera oral administration accelerates acute radiation-delayed wound healing by stimulating transforming growth factor- $\beta$  and fibroblast growth factor production. *The American Journal of Surgery* 2011; 201(6):809-818.
35. Bhat G, Kudva P, Dodwad V. *Aloe vera*: Nature's soothing healer to periodontal disease. *J Indian Soc Periodontol* 2011;15(3):205-209.
36. Gupta N, Jain U. Prominent wound healing properties of indigenous medicines. *Journal of Natural Pharmaceuticals* 2010;1(1):2-13.

37. Martínez M, Betancourt B, Alonso N. Ausencia de actividad antimicrobiana de un extracto acuoso liofilizado de *Aloe vera* (Sábila). *Revista Cubana Plantas Medicinales* 1996;1(3):18-20.
38. Saritha V, Anilakumar K, Farhath K. Antioxidant and antibacterial activity of *Aloe vera* gel extracts. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives* 2010;1(4):376-384.
39. Lacerda S, Martins A, Gala A, Siniesterra R, Cortés M. Evaluation of antimicrobial activity and cell viability of *Aloe vera* sponges. *Electronic J of Biotechnology* 2013;16 (1):1-10.
40. Davis R, Leitner M, Russo J, Byrne M. Wound Healing Oral & Topical Activity Of *Aloe Vera*. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1989;79(11):559-562.
41. Swagata D, Biswajit M, Kamaldeep G, Saquib A, Abhay K, Mou S et al. Isolation and characterization of novel protein with anti-fungal and anti-inflammatory properties from *Aloe vera* leaf gel. *International Journal of Biological Macromolecules* 2011;48:38-43.
42. Sarkar D, Dutta A, Das M, Sarkar K, Mandal C, Chatterjee M. Effect of *Aloe vera* on nitric oxide production by macrophages during inflammation. *Indian J Pharmacol* 2005;37:371-5.
43. Chithra P, Sajithlal G, Chandrakasan G. Influence of *Aloe vera* on collagen turnover in healing of dermal wounds in rats . *Indian Journal of Experimental Biology* 1998;36:896-901.
44. Loots D, Van der F, Botes L. *Aloe ferox* leaf gel phytochemical content, antioxidant capacity, and posible health benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2007; 55:(17):6891-6896.
45. Maldonado O, Jiménez E, Guapillo M, Ceballos G, Méndez E. Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico- degenerativas. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana* 2010;10 (2):32-39.
46. Zhang L, Tizard I. Activation of a mouse macrophage cell line by acemannan: the major carbohydrate fraction from *Aloe vera* gel. *Immunopharmacology* 1996;35:119-128.
47. Sushma P, Alka S, Devanand P. *Aloe vera*: composition, processing and medicinal properties. *Current Discovery* 2012;2(2):106-122.
48. Pugh N, Ross S, ElSohly M, Pasco D. Characterization of Aloeride, a New High-Molecular-Weight Polysaccharide from *Aloe vera* with Potent Immunostimulatory Activity. *Agric. Food Chem.* 2001, 49 (2), pp 1030-1034.
49. Davis R. *Aloe vera* & gibberellin, antinflammatory activity in diabetes. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1989;79(1):24-26.
50. Heggors J, Pelley R, Robson M. Beneficial effects of *Aloe* in wound healing. *Phytotherapy Research* 1993;7:s48-s52.
51. Surjushe A, Vasani R, Saple D. *Aloe vera*: A short review. *Indian J Dermatol.* 2008;53(4):163-166.

52. Syed T, Ashfaq S, Holt A, Ali A, Hamzeh S, Mohammad A. Management Of Psoriasis With *Aloe Vera* Extract In A Hydrophilic Cream: A Placebo-controlled, Double-blind Study. *Tropical Medicine and International Health* 1996;1(4):505-509.
53. Oshikoya K, Oreagba I, Ogunleye O, Oluwa R, Senbanjo I, Olayemi S. Herbal medicines supplied by community pharmacies in Lagos, Nigeria: pharmacists' knowledge. *Pharmacy Practice* 2013;11(4):219-227.
54. Eshghi F, Hosseinimehr S, Rahmani N, Khademloo M, Norozi M, Hojati O. Effects of *Aloe vera* cream on posthemorrhoidectomy pain and wound healing: Results of a randomized, blind, placebo-control study. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 2010;16(6):647-650.
55. Haddad P, Amouzgar F, Samsami S, Chinichian S, Oghabian MA. *Aloe vera* for prevention of radiation-induced dermatitis: a self-controlled clinical trial. *Current Oncology*. 2013;20(4):e345-e348.
56. Goudarzi M, Fazeli M, Azad M, Seyedjavadi SS, Mousavi R. *Aloe vera* Gel: Effective Therapeutic Agent against Multidrug-Resistant *Pseudomonas aeruginosa* Isolates Recovered from Burn Wound Infections. *Chemotherapy Research and Practice* 2015. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4525459/> (último acceso 17 agosto 2015).
57. Sánchez V, Santa J. Estudio de antraquinonas presentes en extractos de mucílago y hojas de *Aloe vera* de plantas cultivadas en la región cafetera. Trabajo para optar por el grado de Tecnólogo en Química. Universidad tecnológica de Pereira; 2009.
58. Mangaiyarkarasi S, Manigandan T, Elumalai M, Cholan P, Kaur R. Benefits of *Aloe vera* in dentistry. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences* 2015;7(1):S255-S259.
59. Kim K, Kim H, Kwon J, Lee S, Kong H, Im S, Lee Y et al. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of processed *Aloe vera* gel in a mouse model of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Phytomedicine* 2009;16:856-863.
60. Bozzi A, Perrin C, Arce F. Quality and authenticity of commercial *Aloe vera* gel powders. *Food Chem* 2007;103:22-30.
61. Ray A, Ghosh S, Ray A., Aswatha S. An analysis of the influence of growth periods on potential functional and biochemical properties and thermal analysis of freeze-dried *Aloe vera* L. gel. *Industrial Crops and Products* 2015;76:298-305.

Recibido: 5 de agosto de 2015

Aprobado: 20 de septiembre de 2015

Luis Guillermo Jiménez Herrera. Facultad de Farmacia de la Universidad de Costa Rica.

Correo electrónico: lgjhfa@gmail.com