



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y  
EXACTAS**

**DEPARTAMENTO DE FARMACIA**

## **Trabajo de Diploma**

**En opción al título de Licenciado en Ciencias  
Farmacéuticas**

**Título:** Estado del arte de especies del género *Agave* que crecen en Cuba. Actividad antiinflamatoria y antimicrobiana.

**Autor:** Keila Anaya Peña.

**Tutora:** MSc. Enieyis Tur Naranjo.

**Curso:** 2020- 2021

**Lugar:** Niquero, Granma

## ***Pensamiento***

*Mira profundamente en la naturales y entonces comprenderás todo mejor.*



## **Dedicatoria**

*Se lo dedico a Dios, ser divino por darme la vida y guiar mis pasos día a día.*

*A mi tutora Enieyis, pues sin ella no hubiese sido posible todo.*

*A todas las personas que de una forma u otra estuvieron siempre apoyándome en todo momento.*

*SE la dedico a todas mi familia y a mis compañeros que siempre fueron mis salvadores.*

## *Agradecimientos*

*Agradezco a Dios por ayudarme en todo*

*La universidad ha sido la mejor etapa de mi vida, las oportunidades que me ha brindado son incomparables, y antes que todo me permitió conocer personas maravillosas que jamás voy a olvidar.*

*Quiero agradecer a mi hermano por estar siempre que lo necesité, fue de gran apoyo para mi.*

*Quiero agradecer a mis padres por haber estado en los momentos más importantes de mi vida.*

*Quiero agradecerle a mi novio Yadier, por apoyarme en todo momento.*

## RESUMEN

Las especies vegetales del género *Agave* están ampliamente distribuidas en toda Cuba, y constituyen una fuente importante de metabolitos activos. Constituyen una fuente importante de saponinas esteroidales, alcaloides, saponinas, terpenoides, cumarinas, azúcares reductores, fructanos, fenoles y otros. Se realizó una revisión bibliográfica acerca de las especies vegetales pertenecientes al género *Agave*, que crecen en Cuba, haciendo énfasis en la actividad antiinflamatoria y antimicrobiana. Para lo cual se llevó a cabo una investigación secundaria del tipo revisión sistemática cualitativa. Se realizó una estrategia de búsqueda con palabras claves con términos en idioma español/inglés, en el Buscador Scholar Google. Se documentó que las especies vegetales del género *Agave*, que crecen en Cuba, contienen una gran cantidad de metabolitos secundarios, entre los cuales se encuentran las saponinas esteroidales, flavonoides, fenoles, aceites esenciales, alcaloides, azúcares reductores, entre otros, que son los responsables de su actividad antiinflamatoria y antimicrobiana. Siendo las saponinas y los flavonoides los metabolitos secundarios más identificados, a los cuales se les atribuye la actividad antiinflamatoria, antifúngica y antimicrobiana. Las especies más estudiadas en la que se reporta esta actividad es *Agave Americana* L., *Agave brittoniana* T., *Agave angustifolia* H., *Agave fourcroydes* L.

## ABSTRACT

The plant species of the genus *Agave* are widely distributed throughout Cuba, and constitute an important source of active metabolites. They constitute an important source of steroidal saponins, alkaloids, saponins, terpenoids, coumarins, reducing sugars, fructans, phenols and others. A bibliographic review was carried out on the plant species belonging to the genus *Agave*, which grow in Cuba, emphasizing the anti-inflammatory and antimicrobial activity. For which a secondary investigation of the type of qualitative systematic review was carried out. A search strategy was carried out with keywords with terms in Spanish / English language, in the Scholar Google Search Engine. It was documented that the plant species of the genus *Agave*, which grow in Cuba, contain a large number of secondary metabolites, among which are steroidal saponins, flavonoids, phenols, essential oils, alkaloids, reducing sugars, among others, which are the responsible for its anti-inflammatory and antimicrobial activity. Saponins and flavonoids being the most identified secondary metabolites, to which the anti-inflammatory, antifungal and antimicrobial activity is attributed. The most studied species in which this activity is reported is *Agave Americana* L., *Agave brittoniana* T., *Agave angustifolia* H., *Agave fourcroydes* L.

---

---

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN.....   | 1  |
| CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....   | 5  |
| I.1 Revisión de la literatura   | 5  |
| I.2 Fitoterapia antiinflamatoria y antimicrobiana. Generalidades  | 6  |
| I.3 Características generales de la familia Asparagaceae. ....  | 8  |
| I.4 Características generales del género Agave.....   | 9  |
| I.4.1 Etimología y otros nombres.....   | 9  |
| I.4.2 Descripción botánica y taxonómica .....   | 10 |
| I.4.3 Importancia económica del género Agave .....  | 11 |
| I.4.4 Componentes químicos del género Agave.....  | 11 |
| I.4.5 Estudios etnofarmacológicos sobre especies del género Agave.....  | 12 |
| I.4.6 Relación de la actividad farmacológica con los metabolitos secundarios<br>presentes en el género Agave..... | 13 |
| CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....  | 15 |
| II.1. Características generales de la investigación.....  | 15 |
| II.2. Metodica .....  | 15 |
| II.2.2 Localización y selección de los estudios relevantes.....   | 16 |
| II.2.3 Extracción de datos de los estudios primarios y secundarios .....  | 16 |
| II.2.4 Análisis y presentación de los resultados .....  | 16 |
| II.2.5 Interpretación de los resultados .....   | 16 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....   | 17 |
| III.1 Características generales de la investigación.....  | 17 |
| III.2 Actividad antiinflamatoria y antimicrobiana de las especies del género<br>Agave, que crecen en Cuba.....    | 17 |
| CONCLUSIONES .....  | 25 |
| RECOMENDACIONES.....  | 26 |

---

---

## INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, el hombre emplea los productos de la naturaleza con fines terapéuticos.<sup>1</sup> El reconocimiento de esta realidad supone que no se abandone la prescripción de las plantas medicinales y sus derivados, aunque debe incrementarse el estudio, por métodos científicos, de los usos tradicionales. Corresponde a la ciencia moderna conducir adecuadamente el estudio de esta medicina y precisar su eficacia real en cada caso. En los momentos actuales, industrias e instituciones científicas de todo el mundo realizan esfuerzos encaminados a la obtención de fármacos naturales que puedan resultar más que alternativas, terapias complementarias para resolver los problemas de salud que enfrenta la humanidad.<sup>2</sup>

La búsqueda de antiinflamatorios constituye uno de los campos más abordados en la investigación, por la elevada incidencia y por la cantidad relativamente elevada de los factores intermediarios que intervienen en la fisiopatología inflamatoria.<sup>3</sup> En la actualidad existen muchos medicamentos destinados al tratamiento de la inflamación entre los cuales podemos citar el Ibuprofeno, Paracetamol, Diclofenaco, entre otros. Gran parte de estos medicamentos son obtenidos mediante procesos de síntesis química. Hace algunas décadas, debido al amplio uso de estos fármacos y la alta incidencia de reacciones adversas que presentan, se ha retomado la alternativa de obtención de nuevos fármacos con fines antiinflamatorios a partir de los productos naturales que resulten ser eficaces y seguros desde el punto de vista terapéutico.<sup>4</sup>

El uso de plantas con propósitos medicinales es una práctica común en muchos países. Muchas de las cuales son usadas por sus propiedades antimicrobianas contra diferentes condiciones fisiopatológicas tales como: catarro, bronquitis, lesiones de la piel, infecciones respiratorias y urinarias, entre otras. Aunque muchos autores han reportado los usos más frecuentes de plantas en el caribe, aún existe ausencia de evidencias científicas creíbles que avalen las propiedades antibióticas de estos remedios naturales. Debido a la resistencia que los microorganismos patógenos generan hacia los antibióticos, los investigadores están experimentando con extractos de plantas medicinales para la búsqueda de compuestos

biológicamente activos aislados de especies de plantas específicas, actualmente usadas en la medicina tradicional.<sup>5</sup>

Los antimicrobianos aislados a partir de plantas representan una amplia fuente de medicinas, y por lo tanto se necesita una investigación más profunda de antimicrobianos de origen vegetal. Los antimicrobianos obtenidos a partir de extractos vegetales son efectivos en el tratamiento de enfermedades infecciosas sin muchos de los efectos adversos frecuentemente asociados con los antimicrobianos derivados sintéticamente.<sup>5</sup>

Estudios fitoquímicos de extractos de hojas y raíces de varias especies de *Agaves* sp. muestran una riqueza en compuestos químicos como alcaloides, saponinas, terpenoides, cumarinas, azúcares reductores, inulina, fructanos, fenoles, etc.<sup>6,7</sup> Dichas sustancias han sido asociadas con numerosas propiedades como antibactericidas, antifúngicas, prebióticas y fitorremediadoras.<sup>8, 9, 10</sup>

Muchas especies del género *Agave* constituyen una fuente importante de saponinas esteroidales, principalmente hecogenina.<sup>11</sup> En la industria farmacéutica, estos compuestos naturales se utilizan para la semisíntesis de esteroides medicinales, como corticosteroides, hormonas sexuales.<sup>12</sup> Cada especie de *Agave* sp. contiene una fitoquímica y diversos metabolitos que le confieren propiedades individuales.<sup>13</sup> Las saponinas esteroidales, metabolitos mayoritarios de estos *Agaves* sp. han sido reportadas como hipolipemiantes en diferentes estudios experimentales.<sup>14, 15</sup>

Se han realizado varios estudios en diferentes universidades del mundo, para evaluar las propiedades antiinflamatorias de una extensa serie de especies vegetales procedentes de distintas regiones. Se han estudiado metabolitos secundarios de bajo peso molecular con actividades antibacterianas, antifúngicas, antivirales y antiinflamatorias.<sup>16</sup> Según los trabajos recientes desarrollados en la Unidad de Toxicología Experimental de Villa Clara, se ha demostrado en animales de experimentación, que el crudo de saponinas extraídas del *Agave brittoniana* T. tiene actividad antiobesidad,<sup>17</sup> antiulcerosa,<sup>18</sup> hipolipemiante<sup>19</sup> y antiinflamatoria.

Esta última propiedad farmacológica ha sido una de las más estudiadas, tanto *in vitro* como *in vivo*, debido a la presencia del componente inflamatorio en un gran número de patologías.<sup>20</sup>

Actualmente el género *Agave* ha sido objeto de estudio de diversos análisis fitoquímicos y de sensibilidad antimicrobiana, considerando cada una de las partes que componen a la planta (hojas, flores y raíz). Dado la naturaleza del *Agave* sp., las técnicas más utilizadas han sido la extracción con solventes orgánicos, mostrando una concentración mínima inhibitoria contra una gran variedad de microorganismos, que incluyen bacterias, hongos y algunas levaduras. Por ejemplo, se ha reportado que los extractos metanólicos y etanólicos de las hojas y las flores de la *Agave asperrima* J., poseen elevadas concentraciones de saponinas y alcaloides, que inhiben el crecimiento fúngico y la producción de aflatoxinas del hongo *Aspergillus parasiticus*.<sup>21</sup>

Montemayor (2012)<sup>22</sup>, realizó un estudio en el Laboratorio de Fitoquímica, en la Universidad Autónoma de Nuevo León, México, para evaluar la actividad antimicrobiana de extractos de la familia Asparagaceae, donde se determinó la concentración mínima inhibitoria del crecimiento de *Candida albicans* y su efecto en procesos metabólicos. Se separó e identificó el metabolito activo, y se comprobó que la actividad antimicrobiana presentada por los extractos etanólicos corresponde a las saponinas esteroidales presentes en las hojas de cuatro especies del género *Agave* (*Agave lechuguilla* T., *Agave picta* Salm-D., *Agave scabra* Salm-D., *Agave lophanta* S.).

Nuestro país está ampliamente representado por el género agave, distribuido en casi todas las regiones del país, con aproximadamente 16 especies endémicas, sin embargo, son escasos los estudios sobre estas especies, encontrándose en la literatura reportes solo en las provincias Villa Clara, Cienfuegos y Santi Spiritu. Teniendo en cuenta estos antecedentes, se decidió realizar un trabajo de revisión bibliográfica para documentar sobre las propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas de las especies del género *Agave*, que crecen en Cuba, y que presentan compuestos con potencialidades medicinales.

### **Problema Científico:**

Insuficientes conocimientos de las propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas de especies del género *Agave*, que crecen en Cuba, para su explotación farmacéutica en el contexto actual.

**Hipotesis:**

Si se documenta una revisión bibliográfica de las especies vegetales del género *Agave*, que crecen en Cuba, con actividad antiinflamatoria y antimicrobiana, se pudiera documentar sobre metabolitos biológicamente activos presentes en estas plantas, con posibilidades para su posterior uso.

Por consiguiente, se plantea como **Objetivo:**

Caracterizar los principales referentes acerca de las especies vegetales del género *Agave*, que crecen en Cuba, haciendo énfasis en la actividad antiinflamatoria y antimicrobiana.

---

---

# CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## I.1 Revisión de la literatura

La revisión de la literatura consiste en detectar, consultar y obtener la bibliografía y otros materiales, que sean útiles para los propósitos del estudio, de dónde se tiene que extraer y recopilar la información relevante y necesaria que atañe al problema de investigación. Esta revisión debe ser selectiva debido a la diversidad de artículos que se publican

El proceso de llevar a cabo una revisión bibliográfica es una parte integral de la investigación. Si bien esta puede ser considerada como su función principal, la revisión de la literatura es también una importante herramienta que sirve para informar y desarrollar la práctica e invitar a la discusión en el trabajo académico.<sup>23</sup> Algunas orientaciones que deben tenerse en cuenta al escribir una revisión bibliográfica:

**1. Contextualizar el problema y plantear la pregunta de investigación:** la revisión bibliográfica comienza con una breve introducción, en la que el autor muestra la importancia del problema sobre el cual está investigando y formula claramente la pregunta hacia la que su trabajo de investigación documental está dirigido.<sup>24</sup>

**2. Hacer referencia a otras investigaciones:** en toda revisión bibliográfica abundan las referencias y alusiones a otros estudios e investigaciones.

**2.1 Las citas textuales:** una forma de utilizar los resultados de la lectura en la construcción del marco teórico consiste en transcribir textualmente algún fragmento de la fuente original que consideramos especialmente importante o valioso para respaldar nuestros argumentos.<sup>14</sup>

**3. Escribir un texto coherente:** un error que incide con mucha frecuencia, cuando se escribe una revisión bibliográfica, es presentar la información como un simple agregado de las investigaciones revisadas, sin una estructura o un orden lógico que las relacione y les dé sentido. La coherencia es aquella propiedad de un texto que nos permite percibirlo como una totalidad,

no como un “collage” formado por fragmentos superpuestos. En otras palabras, la coherencia es lo que diferencia a un texto de un simple agregado de párrafos o de oraciones.<sup>14</sup>

**4. Hacer una valoración crítica de la información:** la revisión de literatura se hace con el propósito de conocer los avances y los resultados de otros estudios en el campo de nuestra investigación, pero esta información debe pasar también por una apropiación y una valoración crítica.<sup>14</sup>

**5. Terminar con una conclusión:** después de que se ha hecho la exposición resumida de los textos consultados, la revisión termina con unas conclusiones y una valoración de la pertinencia y los planteamientos del texto, desde diferentes puntos de vista:

- La relación que tiene con el problema de investigación.
- Los aportes originales que hace el autor.
- La claridad de sus planteamientos.
- La originalidad de su tesis y la fuerza de los argumentos con los que la sustenta.
- Sus coincidencias o diferencias con otros autores.

## **I.2 Fitoterapia antiinflamatoria y antimicrobiana. Generalidades**

Desde sus inicios la humanidad está a la búsqueda de la cura para sus enfermedades y dolencias, en ese sentido, las plantas desempeñan un papel de vital importancia.<sup>25</sup> Las medicinas tradicionales se divulgan de generación en generación a través de creencias y prácticas, fundamentadas en conocimientos empíricos sobre la medicina natural, basados principalmente en la observación y en la tradición.<sup>26</sup>

Cuba en particular posee una flora y fauna extensa, por lo que ofrece amplias posibilidades de selección, para llevar a cabo la búsqueda de nuevos productos y moléculas bioactivas. El estudio de los productos naturales representa una prioridad del estado cubano. Comprobar las

propiedades que se atribuyen a las plantas medicinales reviste una importancia trascendental como alternativa en la terapéutica médica.<sup>27</sup> Las plantas son una alternativa para enfrentar los problemas de salud actual, en Cuba se hace un llamado a procurar atención en el uso de plantas medicinales, sobre todo en momentos actuales, donde disminuye la disponibilidad de medicamentos, por lo que en los estudios realizados se debe prestar especial interés a sus potencialidades como antimicrobianos y a sus propiedades antiinflamatorias

La inflamación es una respuesta defensiva del organismo frente factores endógenos (necrosis tisular) o factores exógenos (lesiones causadas por agentes mecánicos, físicos, químicos, biológicos e inmunológicos). Esta respuesta protectora tiene como fin aislar, contener la lesión, destruir al agente agresor y posteriormente preparar al tejido dañado para su reparación; es un proceso que consta de cambios vasculares y celulares mediados por diversos factores químicos que se manifiestan clínicamente.<sup>28</sup> En esta respuesta inmune intervienen eventos celulares que involucran la activación de diversas enzimas, síntesis y liberación de mediadores químicos, extravasación de fluido, migración de diferentes tipos celulares, ruptura y reparación tisular.<sup>29</sup>

Debido a las diferentes patologías que pueden padecer los individuos, algunas temporales y otras crónicas, y el consecuente consumo de antiinflamatorios para eliminar o minimizar estos padecimientos, se ha elevado el índice de reacciones adversas. Por lo que, las recientes investigaciones se han enfocado en la búsqueda de nuevos fármacos de origen vegetal con propiedades antiinflamatorias.<sup>30</sup>

Otro de los problemas fundamentales que enfrenta humanidad actualmente, es la resistencia de los microorganismos patógenos frente a múltiples antibióticos convencionales, lo que representa un reto para las industrias biofarmacéutica.<sup>31</sup> Para enfrentar esta situación mundial, numerosas investigaciones se enfocan en el desarrollo de nuevos productos antibacterianos de origen vegetal, los cuales representan una alternativa viable para combatir la resistencia de los patógenos, debido a la diversidad de metabolitos secundarios que presentan con actividad antimicrobiana.<sup>32</sup>

Muchas especies vegetales presentan actividad antiinflamatoria y antimicrobiana, entre ellas se encuentran:

El *Allium sativum* (ajo) es una planta que se ha utilizado ancestralmente como aromatizante, agente antimicrobiano y antidiarreico. Los aceites esenciales obtenidos de las plantas medicinales son de naturaleza aromática y se les atribuyen una variedad de actividades biológicas como antimicrobianas.<sup>33</sup>

El saúco (*Sambucus nigra* L.) es utilizado por sus propiedades antioxidantes<sup>34</sup>, antidiabéticas<sup>35</sup>, antiinflamatorias e inmunomoduladoras<sup>36</sup>. En su composición química presenta flavonoides con propiedades circulatorias, en el fruto cuenta con excelentes propiedades antiinflamatorias y analgésicas, por lo que es utilizado para reducir las molestias producidas por los dolores de cabeza.<sup>37</sup>

El regaliz *Glycyrrhiza glabra* L., contiene flavonoides y saponinas triterpénicas, entre ellas principalmente glicirrina. La raíz, por su contenido de saponinas, actúa como expectorante con acción secretolítica y secretomotora para la tos y las inflamaciones de las vías respiratorias.

Las hojas de Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) presenta en su composición aceites esenciales, alcoholes alifáticos, taninos, pigmentos flavónicos, etc; que le confieren propiedades antiinflamatorias.<sup>38</sup>

Dentro de las especies vegetales que presentan actividad biológica y pueden ser utilizados en la terapia antimicrobiana y antiinflamatoria están las pertenecientes a la familia Asparagaceae.

### **1.3 Características generales de la familia Asparagaceae.**

La familia está integrada por unos 20 géneros y alrededor de 600 especies, de procedencia tropical y subtropical, especialmente en zonas áridas o semiáridas del continente americano. Aunque se ha extendido y aclimatado en muchas regiones del resto del mundo, especialmente en el área mediterránea.<sup>39, 40</sup> Anteriormente fue nombrada Agavaceae, actualmente recibe el nombre Asparagaceae, según el sistema de clasificación APG III.<sup>41</sup>

Se trata mayoritariamente de plantas rizomatosas, leñosas, adaptadas al clima seco. Árboles, arbustos o hierbas, frecuentemente monocárpicas y con hojas basales arrosetadas.<sup>42</sup> Sus hojas se caracterizan por ser fibrosas y una espina terminal picuda. Flores usualmente bisexuales, radiales o ligeramente bilaterales, muchas veces vistosas, bracteadas, hipóginas o epíginas. Se agrupan en inflorescencias en forma de racimo, panícula o espiga, que en ocasiones producen plántulas vegetativas. El fruto es una cápsula loculicida o septicida, o indehiscente, pero a veces es carnoso de tipo baya.<sup>22</sup>

Muchas especies de esta amplia familia tienen una notable importancia económica en la obtención de bebidas como el tequila, en la obtención de fibras para la industria textil y en adornos ornamentales.

#### **I.4 Características generales del género *Agave***

*Agave* (del griego *αγαυή*, ‘noble’ o ‘admirable’) o Maguey es un género de plantas monocotiledóneas, generalmente suculentas, actualmente se encuentran en la familia Asparagaceae según el sistema de clasificación APG III.<sup>43</sup>

Los *Agaves* representan un grupo de plantas suculentas originadas en América tropical y subtropical, incluyendo los países del Caribe y Cuba.<sup>44,45</sup> Su distribución abarca del sur de los Estados Unidos (con dos especies disyuntas en Florida) hasta Colombia y Venezuela; esta área incluye todas las islas del Caribe, desde Bahamas hasta Aruba, Curazao y Trinidad y Tobago frente a las costas sudamericanas. Las tierras altas de Mesoamérica parecen ser el núcleo original de los *Agave* sp. cultivados.<sup>46</sup>

##### **I.4.1 Etimología y otros nombres**

El género *Agave* fue dado a conocer científicamente en Europa, en 1753, por el naturalista sueco Carlos Linneo, quien lo tomó del griego *Agavos*. En la mitología griega, *Ágave* era una ménade hija de Cadmo, rey de Tebas que, al frente de una muchedumbre de bacantes asesinó

a su hijo Penteo sucesor de Cadmo en el trono. La palabra agave alude, pues, a algo admirable o noble.<sup>47</sup>

En México, diferentes culturas dieron distintos nombres a esta planta: metl, mecetl (náhuatl), uadá (otomí), doba (zapoteco) y akamba (purépecha). Los españoles usaron la palabra caribeña maguey para nombrarla y este es, quizá, el nombre común más difundido.<sup>48</sup>

### **I.5.2 Descripción botánica y taxonómica**

#### **Hojas**

Los *Agaves* son plantas perennes, con hojas dispuestas en espiral y arregladas en rosetas en el ápice de un tallo, el cual puede ser corto y apenas sobre pasar unos centímetros del suelo, o bien, ser largo y erecto en este caso llega a medir hasta tres metros de altura, sus pencas son verdes, gruesas y carnosas, y terminan con una punta afilada. Además, presentan una reserva importante de agua en sus hojas.<sup>49</sup>

#### **Flores**

El *Agave* sp. es una planta monocárpica, ya que florece solamente una vez en su vida y posteriormente muere. Debido a su estructura e interacción con el medio, esta planta puede adaptarse a condiciones muy adversas como cerros pedregosos y laderas o montañas de gran altitud, así como también a llanos y lugares planos.

#### **Clima**

Los climas que más le favorecen son el árido y el semiárido; es característico encontrar *Agaves* en estas zonas. Debido a que los *Agaves* están expuestos a cambios ambientales adversos, han desarrollado mecanismos bioquímicos y biofísicos a nivel celular y estructural para poder sobrevivir. En los agaves, la membrana cuticular es el mecanismo de protección más importante por funcionar como una interface con el exterior. También estas plantas poseen mecanismos que les permiten adaptarse al frío o la sequía; en este último caso hay una mayor eficiencia en la utilización del agua para las funciones vitales.<sup>50</sup>

#### **Suelos**

Se encuentra en pH neutro a ligeramente alcalino. Estas condiciones parecen dar al *Agave* sp. las características idóneas para sus funciones vitales. La reproducción de los agaves cultivados es principalmente asexual, por medio del rizoma de la planta, y sexual en el caso de los que crecen de manera silvestre, ya que sus flores son polinizadas por los insectos; este tipo de reproducción da mayor resistencia genética a la planta.<sup>51</sup>

### **I.5.3 Importancia económica del género *Agave***

El uso de *Agave* sp. es amplio, incluyendo la preservación del paisaje y la erosión del suelo, pero su mayor importancia económica recae sobre el mezcal, y sobre la utilidad en la industria textil, de sus fibras, que son utilizadas tanto en México como en Cuba, en la fabricación de sogas, jarcias, cordeles y otros productos.<sup>52</sup>

Como suplemento alimentario en gallinas, para reducir el nivel de colesterol en los huevos, en la alimentación del ganado. Extracción de ceras para uso industrial. La cutícula de la hoja tiene hasta un 0.75 % de ceras en base a peso seco.<sup>53</sup>

### **I.5.4 Componentes químicos del género *Agave***

Estudios previos han detectado la presencia de aminas y aminoácidos, grasas, aceites esenciales, flavonoides, fenoles y esteroides.<sup>54</sup> Además, numerosas especies de *Agaves* sp. contienen dentro de sus metabolitos secundarios saponinas esteroidales.<sup>55</sup>

Las saponinas presentes en los extractos de *Agave* sp. poseen acción hemolítica, expectorante, antiinflamatoria, estimulante del sistema inmune, antibacteriana, antifúngica, antiprotozoaria y citotóxica.<sup>56, 57</sup>

Las sapogeninas esteroidales en forma libre aparecen comúnmente en diferentes familias. En el caso de las plantas del género *Agave* se han aislado y caracterizado gran cantidad de compuestos de este tipo, entre los que se pueden citar hecogenina, tigogenina, manogenina, 9-Dehidrohecogenina, smilagenina, yamogenina, sarsapogenina, diosgenina, rockogenina, neotigogenina, gloriogenina, gentrogenina, sisalagenina, avogenina, texogenina, esmilagenina, tigonina y clorogenina.<sup>58, 59</sup>

Los flavonoides constituyen un grupo amplio de compuestos que tienen diferentes actividades,

como la antibacteriana frente a bacterias Gram positivas y Gram negativas.<sup>60, 61</sup> Estas sustancias ejercen su acción antibacteriana mediante diferentes mecanismos, como por ejemplo, la inhibición de diferentes enzimas microbianas y la formación de complejos con proteínas de la pared celular, que reducen la capacidad de adhesión de los microorganismos y el crecimiento y desarrollo normal de algunos patógenos.<sup>62</sup> También provocan la despolarización de la membrana celular e inhiben de la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas<sup>63</sup>o suprimen la síntesis de la pared celular<sup>64</sup> y la membrana citoplasmática.<sup>65</sup>

Los aceites esenciales son de aspecto oleoso, altamente volátiles, solubles en aceites, alcohol, éter de petróleo, tetracloruro de carbono y demás solventes orgánicos; insolubles en agua aunque le transmiten su perfume; son inflamables, responsables del aroma de las plantas.<sup>66</sup> Los aceites esenciales tienen numerosas propiedades medicinales. Cada uno tiene su propia propiedad terapéutica específica.

### **1.5.5 Estudios etnofarmacológicos sobre especies del género *Agave***

Desde tiempos muy antiguos en México, se ha considerado que esta planta tiene propiedades medicinales, sobre todo dentro de la medicina indígena, es utilizada para tratar procesos inflamatorios, artritis y fiebre. Las pencas machacadas y aplicadas en cataplasma provocan supuración; la infusión de la raíz es depurativa.<sup>67</sup>Las hojas de estas plantas, en forma de cocimientos, son utilizadas tradicionalmente por una parte de la población cubana, en la cura de enfermedades parasitarias<sup>68</sup>

También existe reportes en la bibliografía de especies de *Agave* sp. que tienen propiedades curativas tal es el caso del *Agave americana* L. que es utilizada en la India como diurético, antisifilítico, laxante, emenagogo (provoca la evacuación menstrual de las mujeres) y antiescorbútico.<sup>69</sup>

En la medicina folclórica China estas plantas son empleadas en el tratamiento de escabiosis (sarna), tumores, disentería y como insecticidas. De igual forma, en las islas Bahamas, el vástago central del *Agave sisalana* es hervido con sal y la decocción se utiliza como remedio para la ictericia.<sup>70</sup>

### **1.5.6 Relación de la actividad farmacológica con los metabolitos secundarios presentes en el género *Agave***

Los metabolitos secundarios son aquellos compuestos que producen los organismos vivos y no los emplean en sus funciones vitales. El género *Agave* se considera una fuente importante de metabolitos secundarios con diferentes propiedades biológicas. Los estudios fitoquímicos de extractos de hojas y raíces realizados a varias especies de agaváceas, muestran una riqueza en metabolitos secundarios y primarios como flavonoides, alcaloides, saponinas, terpenos, esteroides, cumarinas, fenoles, azúcares reductores, inulina, fructanos, entre otros.<sup>71</sup>

La presencia de varios de estos compuestos se asocia con diferentes propiedades biológicas como antibacteriana, insecticida y nematocida<sup>72,73</sup>, antioxidante,<sup>74</sup> y molusquicida<sup>75</sup> entre otras. Los terpenos se describen como compuestos con actividades antioxidantes y antiinflamatorias, lo que puede indicar el posible uso de extractos de especies de este género para tratar enfermedades asociadas al estrés oxidativo como los procesos inflamatorios, la aterosclerosis, las enfermedades de Parkinson y de Alzheimer, la Diabetes mellitus, el cáncer, las enfermedades coronarias, entre otras.<sup>76,77</sup> La acción antiinflamatoria de estos compuestos tiene relación con la capacidad de estas sustancias para eliminar las especies reactivas del oxígeno asociadas a los procesos inflamatorios y con la interferencia de estos metabolitos en las vías metabólicas del ácido araquidónico y del óxido nítrico.<sup>78</sup>

Los flavonoides, en particular, poseen otras actividades biológicas como la analgésica, la antialérgica y la citostática. Omodamiro y col.<sup>79</sup> realizaron un estudio a los extractos de las raíces de *Agave sisalana* P. donde se demostró la fuerte actividad diurética, la cual se relacionó con la presencia de flavonoides y saponinas en los extractos.

Las saponinas son compuestos que poseen como propiedades comunes la alta capacidad de formación de espumas en soluciones acuosas, su actividad hemolítica, ser tóxicas para los peces y la formación de complejos con el colesterol.<sup>80</sup> Las saponinas tienen un amplio rango de actividades biológicas como son: su acción antimicótica, antiviral, anticancer, hipolesterolémica,

hipoglicaémica, antitrombótica, diurética, antiinflamatoria y molusquicida.<sup>81, 82</sup> Además constituyen una fuente de obtención de otros compuestos farmacéuticos tales como corticosteroides, prednisona, triamcinolona, derivados de la glucosamina con actividad citostática y similares a los brasinoesteroides.<sup>83, 84, 85</sup>

Los polifenoles presentes en los extractos de *Agave fourcroydes* L. pueden indicar su posible aplicación en el tratamiento de numerosas enfermedades, ya que a estos compuestos se les atribuyen propiedades antioxidantes, por lo cual pueden participar en diferentes procesos patológicos mediados por las especies reactivas del oxígeno.<sup>86, 87</sup> También se le atribuyeron a estas sustancias actividades antibacteriana, antifúngica, nematocida y estimuladora del sistema inmunitario, lo que indica el posible uso de esta especie para elaborar fármacos medicinales para la salud humana y animal.<sup>88</sup>

De manera general, los metabolitos secundarios presentes en el género *Agave* pueden ser utilizados con fines terapéuticos. Las propiedades descritas para estos compuestos bioactivos indican también el uso de estos extractos para el control de numerosos patógenos que afectan a humanos y animales.<sup>89</sup>

---

---

## CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

### II.1. Características generales de la investigación

Se realizó una investigación secundaria, revisión bibliográfica de tipo revisión sistemática cualitativa, con el objetivo de caracterizar la evidencia disponible acerca de especies vegetales del género *Agave*, que crecen en Cuba, con actividad antiinflamatoria y antimicrobiana. Se tuvieron en cuenta los aspectos metodológicos, los principales aportes y las posibles brechas en los resultados de los estudios. La investigación se llevó a cabo en el período comprendido de septiembre- noviembre de 2021.

### II.2. Metodica

Para la realización de la síntesis de los estudios en la investigación se tuvo en cuenta:

- Tema de interés: especies del género *Agave*, que crecen en Cuba, con actividad antiinflamatoria y antimicrobiana.
- Criterios de inclusión:
  - Tipo de publicación: investigaciones de tipo revisión, originales y comunicaciones cortas publicadas en revistas, sitios web, tesis doctorales, de maestrías y de diploma.
- Tipos de estudios: artículos completos de:
  - Estudios de las propiedades farmacológicas de especies vegetales del género *Agave*, que crecen en Cuba.
  - Estudios etnobotánicos, fitoquímicos sobre la evaluación de los componentes químicos de las especies vegetales del género *Agave*, que crecen en Cuba.
  - Estudios de la actividad biológica de las especies vegetales del género *Agave*, que crecen en Cuba.
- Idiomas: español e inglés
- Intervalo de tiempo: 2010-2020
- Criterios de exclusión: artículos duplicados en ambos idiomas y en diferentes formatos.

### **II.2.2 Localización y selección de los estudios relevantes**

Se establecieron términos y se realizó una estrategia de búsqueda con palabras claves con términos en idioma español/inglés, en el Buscador Scholar Google.

- Biological activities of *Agave* sp. / actividad biológica de *Agave* sp.
- Antiinflammatory activity/ actividad antiinflamatoria
- Physico-chemical composition/ composición físico-química
- Antibacterial activity/ actividad antibacteriana

### **II.2.3 Extracción de datos de los estudios primarios y secundarios**

Se documentó de manera cuantitativa los estudios por años de publicación, regiones geográficas y posteriormente se obtuvo la información relevante de cada estudio.

### **II.2.4 Análisis y presentación de los resultados**

De acuerdo con las principales características de los estudios se presentaron los resultados de forma resumida y organizada por cada especie de *Agave* sp. estudiada.

### **II.2.5 Interpretación de los resultados**

Posterior al análisis de cada artículo se analizaron de forma resumida los principales componentes en las especies en estudio, que pudieran ser los responsables de la actividad antiinflamatoria y antimicrobiana en los sistemas de salud. A partir de los resultados obtenidos se formularon las conclusiones a considerar para futuras investigaciones.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### III.1 Características generales de la investigación

De la búsqueda realizada en el navegador Scholar Google, se identificaron un total de 60 artículos y de acuerdo a los criterios de inclusión. Según el año de publicación, el año 2016 fue el de mayores reportes de artículos en la literatura.

**Tabla 1. Total de artículos según el año de publicación.**

| Año de publicación | Total de artículos |
|--------------------|--------------------|
| 2010               | 9                  |
| 2011               | 6                  |
| 2012               | 7                  |
| 2015               | 4                  |
| 2016               | 10                 |
| 2017               | 5                  |
| 2018               | 5                  |
| 2019               | 8                  |
| 2020               | 6                  |

### III.2 Actividad antiinflamatoria y antimicrobiana de las especies del género *Agave*, que crecen en Cuba.

En diferentes estudios se ha demostrado la actividad antiinflamatoria y antimicrobiana de varias especies vegetales del género *Agave*, que pueden ser de vital importancia para la obtención de nuevas formulaciones farmacéuticas. Teniendo en cuenta estas potencialidades medicinales se decidió realizar una búsqueda bibliográfica sobre las principales propiedades terapéuticas de las especies de *Agaves*, que crecen en Cuba. En este sentido fueron seleccionadas las especies: *Agave americana* L., *Agave brittoniana* T., *Agave fourcroydes* L., *Agave angustifolia* H., siendo las más abundantes en nuestro país.

## ***Agave Americana* Leen**

La especie vegetal *Agave Americana* L., es comúnmente conocida como agave amarillo o pita. Se caracteriza por sus largas hojas carnosas y lanceoladas con borde aserrado y una espina terminal firme y dura de casi 3 cm. Se emplea como cicatrizante y antiinflamatorio, ya sea para problemas gástricos o para aliviar fracturas o luxaciones. Infusiones de las hojas o tallo son útiles como laxante, diurético, antirreumático y antisifilítico, así como para calmar dolencias hepáticas y apendicitis.<sup>90</sup>

### **Estudios realizados a la especie**

#### **1. Evaluación antimicrobiana y molusquicida de extractos acuosos y etanólicos de *Agave spp***

Brito<sup>91</sup>(2017), realizó un estudio para evaluar las propiedades fitoquímicas, antimicrobianas y molusquicidas de extractos de las hojas de varias especies del género *Agave* presentes en la provincia de Matanzas. Se pudo determinar los metabolitos secundarios y cuantificar el contenido de carbohidratos totales, azúcares reductores y proteínas solubles totales. Se evaluó la actividad antimicrobiana contra dos cepas bacterianas Gram+ y una Gram- mediante la técnica de los pocillos y se determinó la actividad molusquicida de extractos acuosos. Como resultado de la caracterización fitoquímica se observó la presencia de terpenos, flavonoides, saponinas, esteroides, taninos, cumarinos y glucósidos cardinólicos en extractos etanólicos y acuosos de las diferentes plantas. Los mayores contenidos de azúcares reductores fueron observados con *Agave americana*. Los extractos etanólicos de los *Agaves* sp. muestreados evidenciaron propiedades antibacterianas. Los *Agave Plateado*, *Agave Moñudo* y *Agave Americana* fueron los de mejores resultados contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Los extractos acuosos de *Agave Plateado* y *Agave Americana* L. mostraron propiedades molusquicidas potentes, lo cual se relacionó con la presencia de saponinas y otros metabolitos, un pH bajo de los jugos y abundantes cristales de oxalato de calcio.

#### **2. Efectos beneficiosos del Pulque**

Bovell<sup>92</sup>(2010), publicó el artículo "Bioactividad, beneficios y seguridad de los alimentos tradicionales y étnicos", donde se documenta la composición química del pulque, bebida alcohólica tradicional más importante de México, obtenida por fermentación de la savia de varias especies de *Agave* sp. como: *Agave atrovirens* y *Agave americana* L. En este artículo se plantea que el pulque puede proporcionar cantidades importantes de ácido ascórbico, hierro no hemo, riboflavina, ácido fólico, varias vitaminas y algunos compuestos bioactivos. Además, contiene cantidades significativas de saponinas esteroides, muchas de las cuales son bioactivas. Las saponinas presentes en las especies de *Agave* sp. han mostrado actividad hipocolesterolémica, antiinflamatoria y antibiótica, pero los efectos funcionales de las del Pulque no han sido detallados en la literatura.

### **3. Actividades antibacterianas e irritantes de extractos orgánicos en disolventes de *Agave americana* L., *Albizzia lebbek* B., *Achyranthes aspera* L. y *Abutilon indicum* L.**

Khan y col.<sup>93</sup> (2010), analizaron extractos de hexano, cloroformo y etanol de hojas de *Agave americana* L. para determinar la actividad antibacteriana contra bacterias Gram positivas y Gram negativas. Los extractos de etanol y cloroformo de *Agave americana* L. exhibieron una actividad antibiótica de leve a moderada. Además, exhibieron una actividad irritante tanto aguda como crónica al aplicarse en el oído interno de conejos albinos machos.

Según Brito<sup>94</sup>(2017), Bovell<sup>95</sup>(2010) y Khan y col.<sup>96</sup> (2010), la especie vegetal *Agave americana* L. presentan diversos metabolitos entre ellos: de terpenos, flavonoides, saponinas, esteroides, taninos, los cuales son los responsables de actividad antibacteriana frente a *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* y además le confieren actividad antiinflamatoria.

### ***Agave brittoniana* T.**

La especie *Agave brittoniana* T. presenta un alto contenido de fibra vegetal constituida por ceras, polialcoholes y poliazúcares.<sup>97, 98</sup> Además, esta especie vegetal contiene una gran cantidad de metabolitos secundarios entre los cuales se encuentran las saponinas esteroidales

que son las que presentan actividad antiinflamatoria según lo reportado en la literatura<sup>99</sup>, esta característica la convierte en un candidato para el tratamiento de procesos inflamatorios.

### **Estudios realizados a la especie vegetal**

#### **1. Evaluación en modelos experimentales del efecto antiinflamatorio de extractos de *Agave brittoniana* T.**

Monteagudo<sup>100</sup> (2016), realizó un estudio experimental fitoquímico y farmacológico al extracto hidroalcohólico de *Agave brittoniana* T., para comprobar el efecto antiinflamatorio de los extractos, en modelos experimentales de inflamación. Para dicho estudio se recolectó el material vegetal necesario y fue sometido a un proceso de secado en la estufa. Se realizó la caracterización físico-química de la droga seca y de extracto hidroalcohólico. Se comprobó la presencia de saponinas y azúcares reductores como metabolitos mayoritarios. Según modelo crónico de granuloma inducido por discos de algodón, los extractos obtenidos a partir del *Agave brittoniana* T., presentan actividad antiinflamatoria en procesos crónicos, al reducir el peso seco del granuloma y por tanto reducir la formación de tejido granulomatoso.

#### **2. Compuestos con actividad antiparasitaria, del *Agave brittoniana* T.**

Guerra<sup>101</sup> (2011), realizó un estudio fitoquímico y de actividad biológica a la especie *Agave brittoniana* T., donde se identificaron, aislaron y caracterizaron 19 metabolitos, de estos, 6 saponinas esteroidales, un fitosterol y 12 saponinas esteroidales. Además, fueron obtenidas y estudiadas las ceras presentes en las hojas y se identificaron los principales alcoholes que contiene. La evaluación de extractos y compuestos puros se realizó frente a los parásitos *Fasciola hepática*, *Tripanosoma cruzi* y *Trichomona vaginalis*. Se demostró que las saponinas esteroidales y dentro de éstas las espirostánicas, son las más activas.

#### **3. Saponinas esteroidales de la especie *Agave brittoniana* T. con actividad contra el parásito *Trichomonas vaginalis***

Orestes<sup>102</sup> (2018), realizó un estudio donde demostró que la especie *Agave brittoniana* T. contiene saponinas esteroidales con actividad antimicrobiana contra el parásito *Trichomonas vaginalis*. Se utilizaron para la extracción las hojas secas y pulverizadas con una mezcla de etanol-agua (7:3) mediante maceración. Luego de la extracción, se realizó la hidrólisis y los productos obtenidos fueron comparados con patrones de sapogeninas mediante cromatografía en capa fina encontrando como sapogeninas mayoritarias a la yuccagenina y diosgenina. Para confirmar la estructura utilizaron técnicas de resonancia magnética nuclear y espectroscopia de infrarrojo. Los mejores resultados de esta actividad fueron obtenidos con glicósido derivado de la yuccagenina.

#### **4. Evaluación del efecto hipolipémico *in vivo* de sapogeninas y fracción acuosa de las hojas de la especie *Agave brittoniana* T.**

Sánchez<sup>103</sup> (2019), realizó un estudio experimental, fitoquímico y farmacológico de las hojas de la especie *Agave brittoniana* T., provenientes de Santa Clara. Para el cual se hizo una caracterización físicoquímica de los extractos acuosos y butanólicos del extracto hidroalcohólico. Se comprobó a través del tamizaje fitoquímico realizado a los extractos que la presencia de saponinas y azúcares reductores es mayoritaria. La yucagenina y la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Agave brittoniana* T., demostraron tener una actividad hipolipémica comparable al ácido nicotínico e inferiores a la atorvastatina, en un modelo *in vivo* de hiperlipidemia inducida por Poloxamer 338.

Según Monteagudo<sup>104</sup> (2016), Guerra<sup>105</sup> (2011), Orestes<sup>106</sup> (2018) y Sánchez<sup>107</sup> (2019), la especie vegetal *Agave fourcroydes* L. presenta sapogeninas esteroidales, siendo las responsables de la actividad antimicrobiana contra el parásito *Trichomonas vaginalis*. Además, se reportó la presencia de saponinas y azúcares reductores que presentan actividad antiinflamatoria en procesos crónicos

## ***Agave fourcroydes* Leem**

La especie vegetal *Agave fourcroydes* L. es cultivada en Matanzas, Cuba<sup>108</sup>, tiene un ciclo de vida largo (de 8 a 20 años). Presenta hojas en forma de roseta, lanceolada y angosta con una espina terminal de 2 a 3 cm y espinas triangulares en los bordes. La inflorescencia es en racimo y las flores se agrupan sobre un escapo. Solo 4 años después de sembrada está lista para la producción. Es una especie con propiedades antibacteriana, antifúngica, antiprotozoaria, molusquicida y citotóxica debido a la presencia de metabolitos como saponinas, fructanos, flavonoides y fenoles.<sup>109</sup>

### **Estudios realizados a la especie vegetal**

#### **1. Tamizaje fitoquímico del extracto acuoso del jugo de *Agave fourcroydes* L.**

Espinosa y col.<sup>110</sup> (2019), realizaron un estudio para determinar los metabolitos secundarios que pudieran tener potencialidades insecticidas contra las larvas de lepidópteros. Para ello, se realizó una extracción sucesiva con solventes de polaridad ascendente posteriormente se procedió a la identificación del tipo cualitativo, haciendo uso de reactivos de coloración y precipitación. Se les aplicó la técnica de tamizaje fitoquímico. Se encontró la presencia de aminoácidos libres, cumarinas, saponinas, azúcares reductores, triterpenos esteroides, taninos y fenoles en extracto acuoso. Se considera que las saponinas, triterpenos esteroides, fenoles y taninos presentes pudieran tener efecto insecticida contra las larvas de *Plutella xilostella* L. por lo que el jugo de *Agave fourcroydes* L. resulta un buen candidato para el manejo de plagas por su potencial como insecticida.

#### **2. Propiedades fitoquímicas y antibacterianas de los extractos de las hojas de *Agave fourcroydes* L. (henequén)**

Fontanills y col.<sup>111</sup> (2018), realizaron un estudio para determinar la composición fitoquímica y el efecto antibacteriano de los extractos etanólicos de las hojas de *Agave fourcroydes* L. Para ello se recolectaron las hojas de dicha especie vegetal, se secaron en la estufa y posteriormente se pulverizaron. Se realizaron extracciones sucesivas con metanol y etanol, y los extractos se

filtraron para realizar el tamizaje fitoquímico. Los resultados del tamizaje fitoquímico mostraron la presencia de terpenos, flavonoides, esteroides, saponinas y glucósidos cardiotónicos. Se observó actividad antibacteriana del extracto etanólico frente a las bacterias grampositivas y se demostró el efecto antibacteriano del extracto etanólico contra *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* (grampositivas) y *Escherichia coli* (gramnegativa).

Según Espinosa y col.<sup>112</sup> (2019), Fontanills y col.<sup>113</sup> (2018), la vegetal *Agave fourcroydes* L. presenta en su composición terpenos, flavonoides, esteroides, saponinas, siendo estos los responsables de su actividad antibacteriana contra *Staphylococcus aureus*. Además, presenta compuestos como: triterpenos esteroides, fenoles y taninos presentes pudieran tener efecto insecticida contra las larvas de *Plutella xilostella* L., lo cual puede ser usado en el manejo de plagas por su potencial como insecticida.

### ***Agave angustifolia* Haw.**

La especie vegetal *Agave angustifolia* H. es nativa de nuestro país y de toda América Central. Presenta hojas lanceoladas de color verde pálido, cada hoja tiene una espina terminal. Es ampliamente cultivada para la producción de mezcal.<sup>114</sup>

#### **Estudios realizados a la especie vegetal.**

##### **1. Análisis fitoquímico de hojas de *Agave angustifolia* Haw.**

Monteire y col.<sup>115</sup> (2020) realizaron un estudio fitoquímico para evaluar la presencia de metabolitos secundarios del extracto etanólico de las hojas de *Agave angustifolia* H. El extracto se obtuvo mediante los procesos de recolección, secado, trituración, extracción por maceración en etanol y remoción del solvente en rotavapor. Todas las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Farmacognosia y Fitoquímica de la Universidad Federal de Amapá, Brasil. Los análisis fitoquímicos realizados fueron para la detección de: saponinas, ácidos grasos orgánicos, azúcares reductores, polisacáridos, esteroides y triterpenoides, purinas, serquiterpeolactona, proteínas y aminoácidos, glucósidos cardíacos, flavonoides, fenoles y taninos, cumarina,

alcaloides, antraquinonas. Al final, se obtuvieron resultados positivos para las saponinas y los azúcares reductores.

## **2. Evaluación fitoquímica, antibacteriana y molusquicida de extractos de hojas de *Agave* spp**

Campos y col.<sup>116</sup> (2020), realizan un trabajo para evaluar las propiedades fitoquímicas, antibacterianas y molusquicidas de extractos de *Agave angustifolia* H. Las hojas secaron y pulverizaron. Se determinó la presencia de metabolitos primarios y secundarios en extractos acuosos y etanólicos. Se evaluó la actividad antibacteriana de los extractos hidroalcohólicos frente a *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* mediante el método de difusión en pocillos y la actividad molusquicida de extractos acuosos frente *Praticolella griseola*. Se observó la presencia de terpenos, flavonoides, saponinas, esteroides, taninos, cumarinas y glucósidos cardiotónicos en la especie *Agave angustifolia* H. la cual mostró valores elevados de actividad antibacteriana frente a *S. aureus* (22,7 mm) y a *E. coli* (16,0 mm). Los resultados evidencian las potencialidades de esta especie como fuente de metabolitos con actividad antibacteriana y molusquicida.

## **3. Obtención, caracterización de extractos de *Agave angustifolia* H. y su evaluación biológica como molusquicida y antimicrobiano.**

Morales<sup>117</sup> (2015), realizó un trabajo para obtener, caracterizar y evaluar biológicamente la actividad de los extractos de *Agave angustifolia* H. como molusquicida y antimicrobiano, sobre especies de moluscos de la especie *F. obrussag*. Los extractos, una vez evaluados, se sometieron a análisis físico-químicos, cromatográficos y espectroscópicos, los cuales mostraron que el compuesto responsable de la actividad tóxica ante dichos grupos de microorganismos es una saponina esteroideal.

Según Monteiore y col.<sup>118</sup> (2020), Campos y col.<sup>119</sup> (2020), Campos y col.<sup>120</sup> (2020), especie *Agave angustifolia* H. presenta terpenos, flavonoides, saponinas, esteroides, taninos, lo que le confiere actividad antibacteriana frente a *S. aureus*.

### ***Agave attenuata* Salm- Dyck**

La especie vegetal *Agave attenuata* S. es comúnmente cultivada como planta de jardín, no tiene dientes ni espinas terminales; esta propiedad lo convierte en una planta ideal para áreas adyacentes a aceras. Es una especie resistente a la sequía, tolerando el calor. Los informes de la literatura muestran la presencia en la planta de saponinas esteroides.<sup>121, 122</sup> La planta usarse de manera segura para control de caracoles por las comunidades rurales<sup>123</sup> y se ha propuesto como un veneno de contacto para *Bulinus africanus* (molusco gasterópodo acuático de la familia *Planorbidae*).<sup>124</sup>

### **Estudios realizados a la especie vegetal.**

#### **1. Estudios biológicos y fitoquímicos de *Agave attenuata* S.**

Rizwan y otros<sup>125</sup> (2012), realizaron el análisis de la composición química de la fracción n-hexano de las hojas de *Agave attenuata* S. para evaluar la actividad antimicrobiana y antioxidante. La actividad antimicrobiana del extracto de metanol y de sus fracciones se determinó mediante el método de difusión en disco. La actividad antimicrobiana positiva se leyó basándose en la zona de inhibición del crecimiento.

## CONCLUSIONES

La revisión bibliográfica realizada permitió documentar sobre los principales metabolitos presentes en algunas especies del género *Agave* que crecen en Cuba, a los cuales se les atribuye la actividad antiinflamatoria y antimicrobiana de dichas especies. Los más frecuentemente identificados fueron: sapogeninas esteroidales, alcaloides, saponinas esteroidales, terpenoides, cumarinas, azúcares reductores, fructanos, fenoles, flavonoides y aceites esenciales, de los cuales las saponinas fue el metabolito que más prevaleció. Las especies *Agave Americana* L., *Agave angustifolia* H. y *Agave fourcroydes* L. resultaron las más estudiadas.

## **RECOMENDACIONES**

Teniendo en cuenta la bibliografía consultada, se recomienda realizar estudios fitoquímicos y farmacognósticos de las especies estudiadas y otras que crecen en Cuba, para profundizar en su posible actividad antiviral, ya que son escasos los estudios sobre esta temática.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

1. Navarro C. El mundo vegetal, nuestro aliado. *Ars Pharm.* 1994; 35:419-30.
2. Harnischfeger G. Post-harvesting technologies and procedures in the commercial production of medicinal and aromatic plants Panamá: Notes of Training Course on Quality control and standardization of herbal medicinal products; 2012.
3. Delgado R. Memorias II Taller sobre Inflamación. *Medicina ELd*, editor. La Habana: Soc Cub Farmacología; 2011.
4. Siverio, D., Vicet, L., Rivero, Y., Sueiro, M. L., Marrero, Y. y Arán, V. J. (2012) Evaluación in vivo de la actividad antiinflamatoria de nuevas 5-nitroindazolinonas Villa Clara, Cuba: Universidad Central "Marta Abreu".
5. Cesar M. Lozano, Manuel A. Vasquez-Tineo, Maritza Ramirez, and Francisco Jimenez. In vitro antimicrobial activity screening of tropical medicinal plants used in Santo Domingo, Dominican Republic. Part I. *Pharmacognosy Communications*. Volume 3 | Issue 2 | Apr-Jun 2013.
6. Chigodi, M.O., Samoei, D.K. and Muthangya, M. 2013. Phytochemical screening of Agave sisalana Perrine leaves (waste). *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*. 4 (4): 200-204.
7. Almaraz-Abarca, N., González-Elizondo M., Campos, M., Ávila-Sevilla, Z.E., Delgado-Alvarado, E.A., Ávila-Reyes, J.A. 2013. Variability of the foliar fenol profiles of the Agave victoriae-reginae complex (Agavaceae). *Botanical Sciences*. 91 (3): 295-306.
8. Reddy, G.K., Lakshmi, S.M., Kumar, C.K.A., Kumar, D.S. and Srinivas, T.L. 2013. Evaluation of anti-inflammatoy and antioxidant activity of methanolic extract of Agave cantala Roxb. *Journal of Global Trends in Pharmaceutical Sciences*. 4(4): 1300-1309.

- 
- 9 Gonzalez-Valdez, L.S., Almaraz-Abarca, N., Proal-Nájera, J.B., Robles- Martinez, F., Calencia-Del-Toro, G. and Quintos-Escalante, M. 2013. Surfactant properties of the saponins of *Agave durangensis*, aplicación on arsenic removal. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*. 4(2): 87-94.
- 10 Omodamiro, O.D., Uneke, P.C., Nweke, I.N. and Jimoh, M.A. 2014. Evaluation of diuretic activity of ethanol extract and its fractions of *Agave sisalana*. *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2 (1): 1-6.
- <sup>11</sup> Bedour, M.S.; Elgamal, M.H.A.; El-Tawil, B.A.H. Steroid saponins. Part XV. The constituents of *Agave utahensis* var. *nevadensis*, *A. lophanta* and *A. parasana*. *Planta Med*. 2003, 36, 180–181.
- 12** Tyler, V.E.; Brady, L.R.; Robbers, J.E. *Pharmacognosy*; Lea & Febriger: Philadelphia, PA, USA, 1988.
- 13** ESPINOSA CARIDAD T., G. L. C., CASTELLANOS MARITZA HERNÁNDEZ 2015. Posibilidades del henequén *Agave fourcroydes* Lemaire para el control de plagas en los cultivos. *Agroecosistemas*, 3, 514-524.
- 14.** FENG RB, CL CF, LIU Q, L. Z. & ZHANG W, L. Y. 2015. Crude triterpenoid saponins from *Ilex latifolia* (Da Ye Dong Qing) ameliorate lipid accumulation by inhibiting SREBP expression via activation of AMPK in a non-alcoholic fatty liver disease model. *Chin Med*, 20, 10-23.
- 15** LÜ J, Y. Q., CHEN C. 2009. Ginseng Compounds: An Update on Their Molecular Mechanisms and Medical Applications *Curr Vasc Pharmacol*. 7(3), 293-302.
- 16** Sanchez-Duffhues, G. et al., 2011. Activation of Latent HIV-1 Expression by Protein Kinase C Agonists. A Novel Therapeutic Approach to Eradicate HIV-1 Reservoirs. *Current Drug Targets*, 12(3), pp.348–356

- 
- 17** Rivero, M. (2016) Efectos de *Agave brittoniana* en parámetros bioquímicos y antropométricos en modelo experimental de Síndrome Metabólico. Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clarapp.
- 18** Fernández, E. (2014) Evaluación de la actividad antiinflamatoria del extracto hidroalcohólico de *Agave brittoniana* T. en un modelo de colitis ulcerativa. Universidad Central 'Marta Abreu' de Las Villas Lic thesis pp.
- 19** Vizcaino, D. (2017) Evaluación del efecto hipolipémico de *Agave brittoniana* Trel en modelo agudo experimental de hiperlipidemia. Universidad central "Marta Aabreu" de las Villas: 52 pp.
- 20** Martín, D. (2016) Evaluación en modelos experimentales del efecto antiinflamatorio de extractos de *Agave brittoniana* Trel subespecie *brachypus*. Universidad "Marta Abreu" de Las Villas. Lic thesis: 59 pp.
- 21** Lozano, M., García, S., Heredia, N., Castro, R. 2011. Species of *Agave* induces morphological changes in *Aspergillus parasiticus* speare and *Aspergillus flavus* link ex fries. Journal of food agriculture and environment. 9(2): 768-771.
- 22** M.Sc. Maria de los Angeles Verastegui Montemayor. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de doctor en ciencias con especialidad en microbiología. Evaluación de la actividad antimicrobiana de compuestos de Agaves y su acción sobre el Tigmotropismml y Dimorfismo de *Candida albicans*. Universidad autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Division de estudios de postgrado. Junio de 2012.
- 23** Cronin, P; Ryan, F. y Coughlan, M. (2008). Undertaking a literature: a step by step approach. British Journal of Nursing. 17,1, 38-43.
- 24** Metodología científica: Revisión bibliográfica. Disponible en: URL: <https://es.slideshare.net/pgramos/metodologia-cientfica-revision-bibliogrfica>

- 
- 25** Wust, W. (2003). Guía de Especies Útiles de la Flora y Fauna Silvestre. Santuarios Naturales del Perú. Ediciones PEISA S.A.C. Lima Perú.
- 26** Carreño Hidalgo, Pablo Cesar, et al. La etnobotánica y su importancia como herramienta para la articulación entre conocimientos ancestrales y científicos. 2016.
- 27** Lic. Ada Ivis Regalado Veloz, Dra. C. Luz María Sánchez Perera. Plantas cubanas con efecto antiinflamatorio. Artículo de revisión. Revista Cubana de Farmacia. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. 2015;49(1):156-164
- 28** Arts RW, Joosten L, Netea M. The potential role of trained immunity in autoimmune and autoinflammatory disorders. *Front Immunol* [Internet]. 2018 Feb;9:298. Available from: Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fimmu.2018.00298/full>
- 29** Menéndez R, Fernández MD, García N. Las algas marinas como fuente de nuevos agentes anti-inflamatorios. *Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*. 2010;(19). [Actualizado 20 Julio 2013; citado 5 Dic 2013]. Disponible en: <http://ama.redciencia.cu/articulos/19.06.pdf>
- 30** Setty, A. R. y Sigal, L. H. (2005) Herbal medications commonly used in the practice of rheumatology: mechanisms of action, efficacy, and side effects. In: *Seminars in arthritis and rheumatism*. Elsevier, pp. 773-784.
- 31** Chandra, H.; Bishnoi, P.; Yadav, A.; Patni, B.; Mishra, A. P.; Nautiyal, A. R. Antimicrobial resistance and the alternative resources with special emphasis on plant-based antimicrobials— a review. *Plants*. 2017, 6 (16), 1-12. DOI: 10.3390/plants6020016.
- 32** López-Romero, J. C.; Ayala-Zavala, J. F.; Peña-Ramos, E. A.; Hernández, J.; González Ríos, H. Antioxidant And antimicrobial activity of *Agave Angustifolia* extract on overall quality and shelf life of pork patties stored under refrigeration. *J Food Sci Technol*. 2018, **55** (11), 44134423.DOI.10.1007/s13197-018-3351-3.ISSN:0022-1155.

- 
- 33** Mag. Richard García-Ishimine, Dr. Juan Rodríguez-Vega, Dra. Miryam Lora-Loza. Plantas medicinales antivirales: Una revisión enfocada en el covid-19. Medicina naturista. 2021; Vol. 15 .N° 1 I.S.S.N.: 1576-3080
- 34** Jawad M, Schoop R, Suter A, Klein P, Eccles R. Safety and efficacy profile of *Echinacea purpurea* to prevent common cold episodes: a randomized, doubl-blind, placebo-controlled trial. Evid. Based Complement. Altern. Med. 2012; 2012:1-7.
- 35** Pleschka S, Stein M, Schoop R, Hudson JB. Antiviral properties and mode of action of standardized *Echinacea purpurea* extract against highly pathogenic avian influenza virus (H5N1, H7N7) and swine-origin H1N1 (S- OIV) Virol. J. 2009; 6:197.
- 36** Pugh N, Edwall D, Lindmark L, Kousoulas K, Iyer A, Haron M, et al. Oral administration of a Spirulina extract enriched for Braun-type lipoproteins protects mice against influenza A (H1N1) virus infection. Phytomedicine. 2015; 22(2): 271- 6.
- 37** Beatriz Ruíz. Bayas de Saúco. Propiedades y beneficios. 27 de marzo de 2019. Disponible en: <https://www.google.com/amp/s/www.mundodeportivo.com/uncomo/salud/articulo/bayas-de-sauco-propiedades-beneficios-y-contraindicaciones-49442.html%3famp=1>
- 38** Eucalipto. Fitoterapia. Disponible en: <http://personal.redestb.es/martin/pfito.htm>. 18/12/1997.
- 39** Bogler, J. D. and B. B. Simpson. 1996. Phylogeny of Agavaceae based on ITS rDNA sequence variation. American Journal of Botany 83: 1225-1235.
- 40** Dahlgren, R. M. T., H. T. Clifford and P. F. Yeo. 1985. The families of the monocotyledons. Springer-Verlag, Berlín
- 41** García-Mendoza, A. 2002. Distribution of Agave (Agavaceae) in México. Cactus and Succulent Journal (US) 74: 177-187.

- 
- 42** Watson, L.; Dallwitz, M. J. «Agavaceae». The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Version: 25th November 2008 (en inglés). Archivado desde el original el 1 de febrero de 2009.
- 43** García-Mendoza, A. 2002. Distribution of Agave (Agavaceae) in México. *Cactus and Succulent Journal (US)* 74: 177-187.
- 44** LOCK, G.W. (1969) Sisal. Tanganyika Sisal Growers Assoc. London, 2nd Ed
- 45** GRAYUM, M. H. (2006) Manual de Plantas de Costa Rica. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/treat/agavac.shtml>
- 46** KIRCHHOFF, P. (1943) Mesoamérica. *Acta Americana*, 1: 92-107
- 47** García-Mendoza, Abisai Josué (2012): «México, país de magueyes», artículo en el suplemento "La jornada del campo", del diario La Jornada (México), 18 de febrero de 2012, pág. 4.
- 48** García-Herrera, E., Méndez-Gallegos, S. y Talavera-Magaña, D. (2010). El género *Agave* spp. En México principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. RESPYN. Edición especial. 5, 109-127
- 49** Bobich E.G. y North G.B. 2009. Structural implications of succulence: Architecture, anatomy, and mechanics of photosynthetic stem succulents, pachycauls, and leaf succulents. En: De la Barrera E. y Smith W.K. Eds. *Perspectives in Biophysical Plant Ecophysiology, A Tribute to Park S. Nobel*, pp. 3-38, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Enseñanza para Extranjeros, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, México, D.F.
- 50** García-Herrera, E., Méndez-Gallegos, S. y Talavera-Magaña, D. (2010). El género *Agave* spp. En México principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. RESPYN. Edición especial. 5, 109-127

- 
- 51** Bernardino-Nicanor, A., Mora-Escobedo, R., Montañéz-Soto, J., Filardo-Kerstupp, S. y González-Cruz, L. (2012). Microstructural differences in *Agave atrovirens* karw leaves and pine by age effect. *African Journal of Agricultural Research*, 7(24), 3550-3559.
- 52** Robert. M. L., Herrera, J. L., Chan J. L. and Contreras, F. 2009. "Micropropagation of *Agave* spp." In: Y.P.S. Bajaj, (ed.) *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, Vol.19, Springer-Verlag, p. 306-329.
- 53** Guerra, J. O., Meneses A, Simonet A, Macías F. Nogueira C, Gómez A. José Escario. (2008). Saponinas esteroidales de la planta *Agave brittoniana* (Agavaceae) con actividad contra el parásito *Trichomonas vaginalis*. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 56 (4): 1645-1652.
- 54** Agrawal, P. K., Jain, D. C., Gupta, R. K. y Thakur, R. S. (1985) Carbon-13 NMR spectroscopy of steroidal sapogenins and steroidal saponins. *Phytochemistry*. 24: 2479-2496.
- 55** Hernández, R., Lugo, E. C., Díaz, L. y Villanueva, S. (2005) Extracción y cuantificación indirecta de las saponinas de *Agave lechuguilla* Torrey. e-Gnosis
- 56** Zwane PE, Masarirambi MT, Magagula NT, Dlamini AM, Bhebhe, E. Exploitation of *Agave Americana* L. plant for food security in Swaziland. *American Journal of Food and Nutrition*. 2011;1(2):82-88.
- 57** Casillas FR, Cardenas AO, Rivas C, Verde MJ, Cruz-Vega DE. Cytotoxic activity of *Agave lechuguilla* Torr. *African Journal of Biotechnology*. 2012;11(58):12229-31
- 58** Guerra, J. O. (2005) *Compuestos con actividad antiparasitaria del Agave brittoniana* T Universidad de Cádiz PhD thesis: 336 pp.
- 59** Cervantes, A. (2016) *Presencia de saponinas en Agave spp. de México*. Biología. 1.
- 60** GORRIPATI, S.; RAJASHEKAR, K.; DASU, D.; JUPAKA, A.; THUPURANI, M. K. Bactericidal activity of Flavonoids isolated from *Muntingia calabura*. *Int. J. Life Sci. Scienti. Res.* 2018, 4 (3),

---

1827-1833. DOI:10.21276/ijlssr.2018.4.3.14. ISSN: 2455-1716.

**61** YA-DONG, L.; JIN-PING, G.; REN-CHENG, T.; YI-FAN, Q. Application of natural flavonoids to impart antioxidant and antibacterial activities to polyamide fiber for health care applications. *Antioxidants*. 2019, **8**, 301, 1-15. DOI:10.3390/antiox8080301

**62** FARHADI, F.; KHAMENEH, B.; IRANSHAHI, M.; IRANSHAHY, M. Antibacterial activity of flavonoids and their structure–activity relationship: An update review. *Phytotherapy Research*. 2019, **33**, 13–40. DOI: 10.1002/ptr.6208.

**63** DZOYEM, J. P.; HAMAMOTO, H.; NGAMENI, B.; NGADJUI, B. T.; SEKIMIZU, K. Antimicrobial action mechanism of flavonoids from *Dorstenia* species. *Drug Discoveries & Therapeutics*. 2013, **7** (2), 66–72. DOI:10.5582/ddt.2013.v7.2.66.

**64** WU, D.; KONG, Y.; HAN, C.; CHEN, J.; HU, L.; JIANG, H. N. S.; SHEN, X. D-Alanine: D-alanine ligase as a new target for the flavonoids quercetin and apigenin. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 2008, **32** (5), 421–426. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2008.06.010.

**65** JEONG, K. W.; LEE, J. Y.; KANG, D. I.; LEE, J. U., SHIN, S. Y.; KIM, Y. Screening of flavonoids as candidate antibiotics against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Natural Products*. 2009, **72** (4), 719-724. DOI: 10.1021/np800698d.

**66** MUÑOZ López de Bustamante, Fernando. Plantas medicinales y aromáticas, estudio, cultivo y procesamiento. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 1987.

**67** MRAD ORTEGA, A. 2002. "Algunos aspectos de los géneros Agave y foucrea como causante de enfermedades ocupacionales". Química Farmacéutica de la Universidad Nacional de Colombia, 77-78.

**68** LEÓN, H. 1946. "Flora de Cuba", Cuba, La Habana. ROIG, T. 1974. " Plantas medicinales, aromáticas o venenosas en Cuba", La Habana.

- 
- 69** PARMAR, S. J., H.N; GUPTA,A.K; PRASAD,A.K; GUPTA,S. 1992. "New Antibacterial Tetratriacontanol Derivatives From *Agave americana* L.". *Tetrahedron*, 48, 1281-1284.
- 70** PÉREZ DE ARMAS, A. J. 2011. "Estudio fitoquímico de especies nativas de Cuba pertenecientes a la familia Agavaceae y evaluación de sus actividades biológicas".
- 71** RUBIO, Y.; HERNÁNDEZ, L. M.; JIMÉNEZ, J.; PÉREZ, P.; PORTILLA, Y.; VALDIVIA, A. L. Propiedades fitoquímicas y antibacterianas de los extractos de las hojas de *Agave fourcroydes* Lem. (henequén). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 2018, 23 (2). ISSN 1028-4796.
- 72** HERBERT-DOCTOR, L. A.; SAAVEDRA-AGUILAR, M.; VILLARREAL, M. L.; CARDOSO-TAKETA, A.; VITE-VALLEJO, O. Insecticidal and nematocidal effects of *Agave tequilana* juice against *Bemisia tabaci* and *Panagrellus redivivus*. *Southwestern Entomologist*. 2016, 41 (1), 27-40. DOI:10.3958/059.041.0105.
- 73** MAAZOUN, A. M.; HAOUEL, S.; BELHADJ, F.; MEDIOUNI, J.; MESSAOUD, CH.; NEJIB, M. Phytochemical profile and insecticidal activity of *Agave americana* leaf extract towards *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Science and Pollution Research*. 2019, 26, 19468–19480. DOI: 10.1007/s11356-019-05316-6.
- 74** CARMONA, J. E.; MORALES-MARTÍNEZ, T. K.; MUSSATTO, S. I.; CASTILLO-QUIROZ, D.; RÍOS-GONZÁLEZ, L. J. Propiedades químicas, estructurales y funcionales de la lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.). *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 2017, 8 (42), 100-122. ISSN: 2007-1132.
- 75** IANNACONE, J.; LA TORRE, M. I.; ALVARIÑO, L.; CEPEDA, C.; AYALA, H.; ARGOTA, G. Toxicidad de los bioplaguicidas *Agave americana*, *Furcraea andina* (Asparageceae) y *Sapindus saponaria* (Sapindaceae) sobre el caracol invasor *Melanoides tuberculata* (Thiaridae). *Neotrop. Helminthol*. 2013, 7 (2), 231-241. ISSN: 2218-6425.
- 76** Abubakr M, Sirag N, Osman I, Abakar S, Aboul-Enien AM. Anticancer and antioxidant activities of *Guiera senegalensis*. *Sudan Journal of Medical Science*. 2013;8(3):135-40.

- 
- 77** Jain A, Sinha P, Jain A, Vavilala S. Estimation of flavonoid content, polyphenolic content and antioxidant potential of different parts of *Abrus precatorius* (L.). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2015;7(8):157-63.
- 78** Calixto JB, Campos MM, Otuki MF, Santos ARS. Antiinflammatory compounds of plant origin. Part II. Modulation of pro-inflammatory cytokines, chemokines and adhesion molecules. *Planta Med*. 2004;70(2):93-103.
- 79** Omodamiro OD, Uneke PC, Nweke IN, Jimoh MA. Evaluation of diuretic activity of ethanol extract and its fractions of *Agave sisalana*. *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2014;2(1):1-6.
- 80** Miranda Velásquez LG. Actividad hipocolesterolémica de plantas de uso etnobotánico en México [Tesis Doctoral]: Universidad Autónoma de Nuevo León; 2010.
- 81** Sparg S.G., Light M.E. Staden van J. (2004). "Biological activities and distribution of plant saponins", *J. Ethnopharmacol*. 94: 219-243.
- 82** Guerra, J. O., Meneses A, Simonet A, Macías F. Nogueira C, Gómez A. José Escario. (2008). Saponinas esteroidales de la planta *Agave brittoniana* (Agavaceae) con actividad contra el parásito *Trichomonas vaginalis*. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 56 (4): 1645-1652.
- 83** Fernández-Herrera MA, Sandoval-Ramírez J, Meza-Reyes S, Montiel-Smith S. Side-chain opening of steroidal saponins to form 22-oxocholestanic skeletons: An approach to analogues of the aglycone of the potent anticancer agent OSW-1. *Journal of the Mexican Chemical Society*. 2009;53(3):126-30.
- 84** Ramos F, Oranday A, Rivas C, Verde, J, Cruz-Vega DE. Cytotoxic activity of *Agave lechuguilla* Torr. *African Journal of Biotechnology*. 2012;11(58):31.

- 
- 85** Gómez-Calvario V, Arenas-González A, Meza-Reyes S, Montiel-Smith S, Vega-Báez JL, Sandoval-Ramírez J, et al. Synthetic pathway to 22,23-dioxocholestanic chain derivatives and their usefulness for obtaining brassinosteroid analogues. *Steroids*. 2013;78(9):902-8.
- 86** Kendir G, Köroğlu A. In vitro antioxidant effect of the leaf and branch extracts of *Ribes* L. species in Turkey. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Research*. 2015;2(108):1-6.
- 87** Mancilla-Margalli AA, López MG. Water-soluble carbohydrates and fructan structure patterns from *Agave* and *Dasylirion* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006;9(1):1-19.
- 88** Dunder RJ, Luiz-Ferreira A, Alves de Almeida AC, Meira de-Faria F, Takayama C, Rabelo EA, et al. Applications of the hexanic fraction of *Agave sisalana* Perrine ex Engelm (Asparagaceae): control of inflammation and pain screening. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Río de Janeiro*. 2013;108(3):263-71.
- 89** Dunder, R. J., Quaglio, A. E., Maciel, R. P., Luiz-Ferreira, A., Almeida, A. C., Takayama, C., Faria, F. M. y Souza-Brito, A. M. (2010) Antiinflammatory and analgesic potential of hydrolyzed extract of *Agave sisalana* Perrine ex Engelm., Asparagaceae. *Revista Brasileira Farmacognosia*. 20: 376-381
- 90** Hackman, D. A., Giese, N., Markowitz, J. S., McLean, A., Ottariano, S. G., Tonelli, C., Weissner, W., Welch, S. & Ulbricht, C. (2006). *Agave* (*Agave americana*). *Journal of Herbal Pharmacotherapy*, 6, 2. 101-122 pp.
- 91** Lizzy Alfonso Brito. Evaluación antimicrobiana y molusquicida de extractos acuosos y etanólicos de *Agave spp.* Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de matanzas facultad de ciencias agropecuarias. Julio, 2017. Disponible en: [http://cict.umcc.cu/repositorio/tesis/TrabajosdeDiploma/Agronomía/2017/EvaluaciónantimicrobianaymolusquicidadeextractosacuososyetanólicosdeAgavespp.\(LizzyAlfonsoBrito\).pdf](http://cict.umcc.cu/repositorio/tesis/TrabajosdeDiploma/Agronomía/2017/EvaluaciónantimicrobianaymolusquicidadeextractosacuososyetanólicosdeAgavespp.(LizzyAlfonsoBrito).pdf)

---

**92** Adelia C. Bovell-Benjamin. Beneficial Effects of Pulque (Mexico). Bioactivity, Benefits and Safety of Traditional and Ethnic Foods, in Ensuring Global Food Safety, 2010. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/agave-americana>

**93** M.T.J. Khan, K. Ahmad, M.N. Alvi, Noor-ulAmin, B. Mansoor, M. Asif Saeed, F.Z. Khan and M. Jamshaid. Antibacterial and Irritant Activities of Organic Solvent Extracts of *Agave americana* Linn., *Albizzia lebbek* Benth. *Achyranthes aspera* Linn. and *Abutilon indicum* Linn - A Preliminary Investigation. *Pakistan J. Zool.*, vol. 42(1), pp. 93-97, 2010.

**94** Lizzy Alfonso Brito. Evaluación antimicrobiana y molusquicida de extractos acuosos y etanólicos de *Agave spp.* Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de matanzas facultad de ciencias agropecuarias. Julio, 2017. Disponible en: [http://cict.umcc.cu/repositorio/tesis/TrabajosdeDiploma/Agronomía/2017/EvaluaciónantimicrobianaymolusquicidadeextractosacuososyetanolicosdeAgavespp.\(LizzyAlfonsoBrito\).pdf](http://cict.umcc.cu/repositorio/tesis/TrabajosdeDiploma/Agronomía/2017/EvaluaciónantimicrobianaymolusquicidadeextractosacuososyetanolicosdeAgavespp.(LizzyAlfonsoBrito).pdf)

**95** Adelia C. Bovell-Benjamin. Beneficial Effects of Pulque (Mexico). Bioactivity, Benefits and Safety of Traditional and Ethnic Foods, in Ensuring Global Food Safety, 2010. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/agave-americana>

**96** M.T.J. Khan, K. Ahmad, M.N. Alvi, Noor-ulAmin, B. Mansoor, M. Asif Saeed, F.Z. Khan and M. Jamshaid. Antibacterial and Irritant Activities of Organic Solvent Extracts of *Agave americana* Linn., *Albizzia lebbek* Benth. *Achyranthes aspera* Linn. and *Abutilon indicum* Linn - A Preliminary Investigation. *Pakistan J. Zool.*, vol. 42(1), pp. 93-97, 2010.

**97** Vizcaino DA. Evaluación del efecto hipolipémico de *Agave brittoniana* Trel en modelo agudo experimental de hiperlipidemia [Tesis para optar por el Título de

---

Licenciada en Ciencias Farmacéuticas]. Cuba: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; 2017.

**98** González BL. Evaluación del efecto hipolipemiente *in vivo* de saponinas y sapogeninas extraídas de la especie *Agave brittoniana* subsp *brachypus* [Tesis de diploma]: Universidad Central "Marta Abreu de Las Villas; 2018.

**99** BERNIC, S. K., S. 2011. "Inflammatory Bowel. In Diarrhea humana Press. 61-79.

**100** Dalys Martín Monteagudo. Evaluación en modelos experimentales del efecto antiinflamatorio de extractos de *Agave brittoniana* T subespecie *Brachypus*. Tesis de Pregrado - Licenciatura en Ciencias Farmacéuticas. Universidad central "Marta Abreu" de las villas Facultad de Química – Farmacia. Santa Clara, Cuba 2016.

**101** José Orestes de León Guerra. Compuestos con actividad antiparasitaria, del *Agave brittoniana* T. Universidad de Cádiz, España 2011. Publicado en la revista Dialnet. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=52189>

**102** Orestes, J., Meneses, A., Simonet, M., Macías, F., Nogueiras, C., Gómez, A. & Escario, J. (2018). Saponinas esteroidales de la especie *Agave brittoniana* con actividad contra el parásito *Trichomonas vaginalis*. Rev. Biol. Trop., 56, pp. 1645-1652. ISSN-0034-7744

**103** Eliany Águila Sánchez. Evaluación del efecto hipolipémico *in vivo* de sapogeninas y fracción acuosa de las hojas de la especie *Agave brittoniana*. Trabajo de Diploma. Universidad Central "Marta Abreu" de las villas, Facultad de Química – Farmacia. Santa Clara, Cuba. 2019.

- 
- 104** Dalys Martín Monteagudo. Evaluación en modelos experimentales del efecto antiinflamatorio de extractos de *Agave brittoniana* T subespecie *Brachypus*. Tesis de Pregrado - Licenciatura en Ciencias Farmacéuticas. Universidad central "Marta Abreu" de las villas Facultad de Química – Farmacia. Santa Clara, Cuba 2016.
- 105** José Orestes de León Guerra. Compuestos con actividad antiparasitaria, del *Agave brittoniana* T. Universidad de Cádiz, España 2011. Publicado en la revista Dialnet. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=52189>
- 106** Orestes, J., Meneses, A., Simonet, M., Macías, F., Nogueiras, C., Gómez, A. & Escario, J. (2018). Saponinas esteroidales de la especie *Agave brittoniana* con actividad contra el parásito *Trichomonas vaginalis*. *Rev. Biol. Trop.*, 56, pp. 1645-1652. ISSN-0034-7744
- 107** Eliany Águila Sánchez. Evaluación del efecto hipolipémico *in vivo* de saponinas y fracción acuosa de las hojas de la especie *Agave brittoniana*. Trabajo de Diploma. Universidad Central "Marta Abreu" de las villas, Facultad de Química – Farmacia. Santa Clara, Cuba. 2019.
- 108** García Curbelo Y, López MG, Bocourt R. Fructanos en *Agave fourcroydes*, potencialidades para su utilización en la alimentación animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 2009;43(2):175-7.
- 109** El henequén (*Agave fourcroydes*). *Revista Escolares.net*. Disponible en: <https://www.escolares.net/biologia/plantas/el-henequen/>
- 110** Caridad Terry Espinosa, C., Terrero Matos, W., & Vicet Muro, L. (2019). Tamizaje fitoquímico del extracto acuoso del jugo de *Agave fourcroydes* L. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 112-115. Disponible en: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- 111** Aymara Luisa Valdivia, Yasmery Rubio Fontanills, Leslie Manuel Hernández Álvarez, Jenny Jiménez Rabelo, Yunel Pérez Hernández, Yadileiny Portilla Tundidor. Propiedades fitoquímicas y antibacterianas de los extractos de las hojas de *Agave fourcroydes* Lem. (henequén). Artículo Original. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. Universidad de Matanzas, Cuba. 2018

- 
- 112** Caridad Terry Espinosa, C., Terrero Matos, W., & Vicet Muro, L. (2019). Tamizaje fitoquímico del extracto acuoso del jugo de *Agave fourcroydes* L. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 112-115. Disponible en: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- 113** Aymara Luisa Valdivia, Yasmery Rubio Fontanills, Leslie Manuel Hernández Álvarez, Jenny Jiménez Rabelo, Yunel Pérez Hernández, Yadileiny Portilla Tundidor. Propiedades fitoquímicas y antibacterianas de los extractos de las hojas de *Agave fourcroydes* Lem. (henequén). Artículo Original. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. Universidad de Matanzas, Cuba. 2018
- 114** Guía de agaves mezcaleros de Oaxaca por Dr. Felipe de Jesús Palma Cruz y Mtra. Claudia López Sánchez
- 115** Andreza da Silva, Alice Mara Rosário da Costa, Camila Ágata Magalhães Soares, Ericlison Willian de Souza Monteire, Heloíza Rabêlo Cunha, Ingrid Isabelly Araújo Barbosa, Jackeline. Análise fitoquímica das folhas de *Agave angustifolia* Haw. VII Encontro Regional dos Grupos do Programa de Educação Tutorial da região Norte -VII NORTEPET “Programa de Educação Tutorial como vetor de transformação regional” UNIR -2020. *ARIGÓ –Revista do Grupo PET e Acadêmicos de Geografia da Ufac*. Vol. 3, N. 2, jul./dez. 2020. ISSN:2675-0724
- 116** M.Sc. Conrado Camacho-Campos, M.Sc. Yunel Pérez-Hernández, Dr. C. Aymara Valdivia-Ávila, Lic. Yasmery Rubio-Fontanills, Dr. C. Leticia Fuentes-Alfonso. Evaluación fitoquímica, antibacteriana y molusquicida de extractos de hojas de *Agave* spp. *Rev. Cubana Química*. Vol.32, no.3 sep-dic., 2020, págs. 390-405, e-ISSN: 2224-5421.
- 117** Morales Rabanales Quetzali Nicté. Obtención, caracterización de extractos de *Agave angustifolia* y su evaluación biológica como molusquicida y antimicrobiano. Tesis presentada como requisito para obtener el título de Licenciatura en Químico Farmacobiólogo. Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Química Analítica. Junio 2015.
- 118** Andreza da Silva, Alice Mara Rosário da Costa, Camila Ágata Magalhães Soares, Ericlison Willian de Souza Monteire, Heloíza Rabêlo Cunha, Ingrid Isabelly Araújo Barbosa, Jackeline. Análise fitoquímica das folhas de *Agave angustifolia* Haw. VII Encontro Regional dos Grupos do

---

Programa de Educação Tutorial da região Norte -VII NORTEPET “Programa de Educação Tutorial como vetor detransformação regional” UNIR -2020. ARIGÓ –Revista do Grupo PET e Acadêmicos de Geografia da Ufac. Vol. 3, N. 2, jul./dez. 2020.ISSN:2675-0724

**119** M.Sc. Conrado Camacho-Campos, M.Sc. Yunel Pérez-Hernández, Dr. C. Aymara Valdivia-Ávila, Lic. Yasmery Rubio-Fontanills, Dr. C. Leticia Fuentes-Alfonso. Evaluación fitoquímica, antibacteriana y molusquicida de extractos de hojas de *Agave* spp. Rev. Cubana Química. Vol.32, no.3 sep-dic., 2020, págs. 390-405, e-ISSN: 2224-5421.

**120** M.Sc. Conrado Camacho-Campos, M.Sc. Yunel Pérez-Hernández, Dr. C. Aymara Valdivia-Ávila, Lic. Yasmery Rubio-Fontanills, Dr. C. Leticia Fuentes-Alfonso. Evaluación fitoquímica, antibacteriana y molusquicida de extractos de hojas de *Agave* spp. Rev. Cubana Química. Vol.32, no.3 sep-dic., 2020, págs. 390-405, e-ISSN: 2224-5421.

**121** Mendes, T.P.; De Medeiros, S.G.; Da Silva Pereira, G.; Parente, J.P. A new steroidal sapogenin from *Agave attenuate*. *Nat. Prod. Res.* **2004**, *18*, 183–188.

**122** Bedour, M.S.; Fayez, M.B.E. Steroidal sapogenins. V. The constituents of *Agave attenuata*, *A. macracantha* and *A. angustifolia*. *J. Chem. UAR* **1961**, *4*, 265–272.

**123** Brackenbury, T.D.; Appleton, C.C. A comprehensive evaluation of *Agave attenuata*, a candidate plant molluscicide in South Africa. *Acta Trop.* **1997**, *68*, 201–213.

**124** Brackenbury, T.D. Gross histopathological effects of and extract of *Agave attenuate* on the epithelium of the digestive tract of *Bulinus africanus*. *Ann. Trop. Med. Parasitol.* **1999**, *93*, 519–526.

**125** Komal Rizwan, Muhammad Zubair, Nasir Rasool, Muhammad Riaz, Muhammad Zia-Ul-Haq and Vincenzo de Feo. Phytochemical and Biological Studies of *Agave attenuate*. International Journal of Molecular Sciences. [www.mdpi.com/journal/ijms](http://www.mdpi.com/journal/ijms). ISSN 1422-0067